

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE OVINOS SANTA INÊS  
UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA GOIABA (*Psidium guajava*  
*L.*) NA DIETA**

**PRISCILA TORRES NOBRE**

**AREIA - PB  
DEZEMBRO - 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE OVINOS SANTA INÊS  
UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA GOIABA (*Psidium guajava*  
*L.*) NA DIETA**

**PRISCILA TORRES NOBRE**  
Mestre em Zootecnia

**AREIA - PB  
DEZEMBRO - 2017**

**PRISCILA TORRES NOBRE**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE OVINOS SANTA INÊS  
UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA GOIABA (*Psidium guajava*  
*L.*) NA DIETA**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Roberto Germano Costa  
Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros  
Dra. Neila Lidiany Ribeiro

**AREIA - PB  
DEZEMBRO – 2017**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

N754d Nobre, Priscila Torres.

DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE OVINOS SANTA INÊS  
UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA GOIABA (Psidium  
guajava L.) NA DIETA / Priscila Torres Nobre. - Areia,  
2017.  
117 f. : il.

Orientação: Roberto Germano Costa.  
Coorientação: Ariosvaldo Nunes Medeiros, Neila Lidiany  
Ribeiro. Tese (Doutorado) - UFPB/CCA-Areia.

1. alimento alternativo. 2. características de carcaça.  
3. digestibilidade. 4. ganho de peso diário. 5.  
qualidade de carne. 6. parâmetros ruminais. 7.  
viabilidade econômica. I. Costa, Roberto Germano. II.  
Medeiros, Ariosvaldo Nunes. III. Ribeiro, Neila  
Lidiany. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

**TÍTULO:** “Desempenho e qualidade da carne de ovinos Santa Inês utilizando resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava*. L.) na dieta”

**AUTOR:** Priscila Torres Nobre

**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Roberto Germano Costa

**J U L G A M E N T O**

**CONCEITO: APROVADO**

**EXAMINADORES:**

Prof. Dr. Roberto Germano Costa  
Presidente

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Examinador

Universidade Federal rural do Pernambuco

Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra  
Examinador

Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Geovorge Rodrigues de Medeiros  
Examinador

Universidade Federal Rural do Pernambuco

Areia, 15 de dezembro de 2017

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida e por me proteger e guiar sempre.

Aos meus pais, Edilma de Oliveira Nobre e Francisco de Assis Torres e Silva, pelo o amor, conselhos e incentivos na busca pelos meus objetivos. Mainha, obrigada pelos nossos momentos de orações e seu dom de acalantar; painho, obrigada por todos os momentos de descontrações que serviram como fôlego para continuar minha jornada.

Ao professor Dr. Roberto Germano Costa, pela orientação, amizade e confiança em meu trabalho.

A Empresa Palmeiron LTDA. pela doação do resíduo da goiaba para a execução da referida pesquisa.

A coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade concedida a minha formação profissional.

Ao CNPq, pelo apoio financeiro através da concessão da bolsa de estudo.

A todos os colegas de turma, pelos ensinamentos e momentos de descontração.

As verdadeiras amigas construídas - Talma, Fabrício, Flávio, João Paulo, Diana, Aline, Paulinha, Ana Jaqueline, Cristina – obrigada por continuarem fazendo parte da minha vida.

Juliana Justino obrigada por me acolher em sua casa e me nortear nos primeiros meses de vivência em Areia.

As meninas da casa do mestrado feminino em especial Kleitiane, Aparecida, Glória e Ana que se tornaram a extensão da minha família. Vocês são realmente muito importantes para mim, obrigada!

A Neila por ser o meu porto seguro em todas as fases do experimento, pelos ensinamentos, conselhos, diversões, por abrir sua casa e me fazer sentir como se fosse membro de sua família e principalmente por não medir esforços em me ajudar em qualquer situação.

Aos bolsistas e colaboradores da base experimental de Bananeiras os quais foram essenciais para execução do experimento.

As amizades que fiz com os genuínos paraibanos e que em algum momento fizeram parte e marcaram minha vida.

A todos que, por um lapso momentânea de memória, não foram citados, mas que contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de Tabelas.....	xiii
Lista de Figuras.....	Xvi
Resumo Geral.....	xvii
General Abstract.....	xviii
 Considerações Iniciais.....	 14
 Capítulo I – Resíduo agroindustrial da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) na alimentação animal: Uma Revisão.....	 16
Resumo	17
Abstract	18
Introdução.....	19
Referencial teórico.....	20
Referências.....	25
 Capítulo II – Utilização de resíduo agroindustrial da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.) sob os parâmetros de desempenho, comportamento ingestivo e viabilidade econômica na dieta de cordeiros.....	 28
Resumo.....	29
Abstract.....	30
Introdução.....	31
Material e Métodos.....	32
Resultados e Discussão.....	39
Conclusões.....	52
Referências.....	53
 Capítulo III – Parâmetros ruminais e morfométricos de rúmen e intestino em cordeiros alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	 57
Resumo.....	58
Abstract.....	59



Introdução.....	60
Material e Métodos.....	61
Resultados e Discussão.....	65
Conclusões.....	70
Referências.....	70
 Capítulo IV – Características de carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com resíduo agroindustrial de goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	74
Resumo.....	75
Abstract.....	76
Introdução.....	77
Material e Métodos.....	78
Resultados e Discussão.....	82
Conclusões.....	91
Referências.....	92
 Capítulo V – Qualidade da carne de cordeiros finalizados com resíduo agroindustrial da goiaba ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	96
Resumo.....	97
Abstract.....	98
Introdução.....	99
Material e Métodos.....	100
Resultados e Discussão.....	104
Conclusões.....	108
Referências Bibliográficas.....	108
 Artigos encaminhados para publicação.....	113
I - Biochemical and Hormonal Parameters of lambs using guava ( <i>Psidium guajava</i> L.) agro-industrial waste in the diet.....	114
II - Ruminal and morphometric parameters of rumen and intestine in lambs fed with guava agroindustrial waste ( <i>Psidium guajava</i> L.).....	115
III - Performance and meat quality of lambs finished with guava ( <i>Psidium guajava</i> L.) agro-industrial waste.....	116

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição bromatológica do resíduo agrindústria da goiaba.....	21

### Capítulo II

Tabela 1 Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg <sup>-1</sup> de matéria seca.....	33
Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.....	34
Tabela 3 Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína (CPB), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), material mineral (CMM) e de carboidrato não fibrosos (CCNF) por ovinos Santa Inês em função dos níveis de inclusão do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta.....	39
Tabela 4. Coeficiente de digestibilidade in situ da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCHOT) e de carboidrato não fibrosos (DCNF) em função dos níveis de inclusão do Resíduo Agroindustrial de Goiaba (RAG) na dieta.....	41
Tabela 5. Média dos dados tempos despendidos nas atividades comportamentais contínuas de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.....	42
Tabela 6. Média das eficiências de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.....	43

Tabela 7. Atividades pontuais (número de vezes/ovino/dia) de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.....	44
Tabela 8. Desempenho de cordeiros em função dos níveis de inclusão do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta.....	45
Tabela 9. Parâmetros bioquímicos sanguíneos e hormonais de cordeiros machos da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta.....	46
Tabela 10. Discriminação dos custos de produção para aquisição dos animais, alimentação, mão de obra, vermífugo, vacinação e abate.....	49
Tabela 11. Receitas obtidas com a venda da carcaça inteira, não constituintes da carcaça, pele e cortes.....	50
Tabela 12. Parâmetros da análise econômica considerando dois cenários de produção. A = (venda da carcaça inteira, pele e constituintes não carcaça) e B = (venda de cortes especiais, pele e constituintes não carcaça).....	51

### Capítulo III

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg <sup>-1</sup> de matéria seca.....	62
Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.....	63
Tabela 3. Parâmetros de fermentação ruminal em ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.....	66
Tabela 4. Consumo de matéria seca (kg/dia), pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ) e proteína microbiana (Pmic) do líquido ruminal de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.....	66

## Capítulo IV

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg <sup>-1</sup> de matéria seca.....	79
Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.....	79
Tabela 3. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de inclusão de resíduo agroindustrial de goiaba.....	83
Tabela 4. Medidas morfométricas, índices, espessura de gordura das carcaças de ovinos alimentados com níveis crescentes de resíduo agroindustrial de goiaba.....	85
Tabela 5. Peso e rendimento dos cortes comerciais de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de inclusão de subproduto agroindustrial de goiaba.....	86
Tabela 6. Composição tecidual, relações e índice de musculabilidade da perna de ovinos, em função dos níveis de inclusão de subproduto agroindustrial de goiaba.....	86
Tabela 7. Pesos dos constituintes não-carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de inclusão de RAG na dieta.....	87
Tabela 8. Análise descritiva dos dados mensurados nos animais.....	88
Tabela 9. Equações de regressão para prever algumas características in vivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).....	89

Tabela 10. Equações de regressão para prever algumas características de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).	90
---	----

## Capítulo V

Tabela 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais.....	100
Tabela 2. Definições dos descritores usados na análise sensorial da carne de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).....	102
Tabela 3. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduos agroindustrial da goiaba (RAG).....	103
Tabela 4. Composição físicoquímica do músculo Longissimus lumborum de cordeiros Santa Ines alimentados com níveis crescentes de resíduos agrindustriais da goiaba (RAG).....	104

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo III

	<b>Página</b>
Figura 1. Largura, comprimento, área de absorção das papilas ruminais e espessura da camada muscular do rúmen de ovinos em função dos níveis de inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba nas dietas experimentais.....	68
Figura 2. Espessura da mucosa intestinal de ovinos em função dos níveis de inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba nas dietas experimentais.....	69

### Capítulo V

Figura 1. Componentes principais do desempenho, análise físicoquímica e avaliações sensoriais da carne de cordeiro Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduos agroindustrial de goiaba (RAG).....	107
---	-----

## DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE OVINOS SANTA INÊS UTILIZANDO RESÍDUO AGROINDUSTRIAL DA GOIABA (*Psidium guajava* L.) NA DIETA

**RESUMO GERAL** - Objetivou-se avaliar os parâmetros de desempenho, comportamento ingestivo, ruminais e morfométricos de rúmen e intestino, além das características de carcaça, constituintes não carcaça, qualidade da carne e viabilidade econômica de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta. Os tratamentos utilizados foram: 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de RAG na matéria seca da dieta. O feno de tifton, milho, soja e sal mineral compuseram os demais ingredientes da ração, porém com valores fixos. Foram utilizados 40 cordeiros, machos não castrados, com idade média de 120 dias e peso médio inicial de  $21,33 \pm 2,18$  kg distribuídos em baias individuais, em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e oito repetições. O parâmetro para abate dos animais foi o peso corporal de 36 kg. Foi observado que os tratamentos com RAG não apresentaram diferença para as variáveis de desempenho ( $P > 0,05$ ), tendo média de ganho diário de 328 g/dia. No entanto, apresentou contraste ortogonal do tratamento controle *vs* demais. Dentre os consumos, apenas o consumo de extrato etéreo (CEE) apresentou efeito positivo ( $P < 0,05$ ). Para a digestibilidade dos nutrientes, somente a proteína não apresentou diferença significativa ( $P > 0,001$ ) entre os tratamentos. O RAG favoreceu a neutralidade do pH, diminuiu as concentrações de N-NH<sub>3</sub> e Pmic ruminal, aumentou as concentrações de ácido propiônico, diminuiu a espessura da camada muscular do rúmen, no entanto aumentou a mucosa intestinal, a qual favoreceu a maior absorção de nutrientes. Das características de carcaça apenas o índice de compacidade da carcaça apresentou efeito positivo ( $P > 0,05$ ). Houve efeito ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre os pesos dos cortes de paleta, costela e pernil. E dentre os componentes não carcaça houve aumento do tamanho do fígado e aumento dos depósitos de gorduras. A composição química da carne foi alterada pela inclusão de RAG, porém não influenciou ( $P > 0,05$ ) nenhum dos atributos sensoriais avaliados. Independente da adição de RAG nas dietas, as carnes dos ovinos se mostraram macias, tendo a textura a maior nota dentre os atributos com média de 5,94. Assim, o resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) pode ser usado efetivamente como ingrediente alimentar de ovinos em níveis de até 30% sem afetar a eficiência dos animais, pois apresenta boa aceitabilidade pelos animais e possui características nutricionais positivas para o desempenho de crescimento dos animais e saúde animal, além de se mostrar a melhor opção economicamente viável e rentável entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** alimento alternativo, características de carcaça, digestibilidade, ganho de peso diário, qualidade de carne, parâmetros ruminais, viabilidade econômica

## PERFORMANCE AND QUALITY OF SANTA INÊS SHEEP USING GOIABA AGROINDUSTRIAL WASTE (*Psidium guajava* L.) ON FEED

**GENERAL ABSTRACT** - The aim of this study was to evaluate performance, ingestive behavior, ruminal and morphometric characteristics of rumen and intestine, as well as carcass characteristics, non-carcass constituents, meat quality and economic viability of Santa Inês lambs fed with increasing levels of guava agroindustrial residue (GAW) in the diet. The treatments used were: 0; 7.5; 15; 22.5 and 30% GAW in the dry matter of the diet. Tifton hay, corn, soybean and mineral salt made up the other ingredients of the feed, but with fixed values. A total of 40 uncastrated male lambs with mean age of 120 days and mean initial weight of  $21.33 \pm 2.18$  kg were distributed in individual stalls, in a completely randomized design with five treatments and eight replicates. The parameter for slaughter of the animals was the body weight of 36 kg. It was observed that GAW treatments showed no difference for the performance variables ( $P > 0.05$ ), with a daily gain of 328 g / day. However, it presented orthogonal contrast of the control vs. other treatment. Among consumptions, only the consumption of ethereal extract (CEE) presented a positive effect ( $P < 0.05$ ). For nutrient digestibility, only protein did not present significant difference ( $P > 0.001$ ) between treatments. The GAW favored pH neutrality, decreased N-NH<sub>3</sub> and Pmic ruminal concentrations, increased propionic acid concentrations, decreased rumen muscle layer thickness, but increased intestinal mucosa, which favored higher nutrient absorption. Of the carcass characteristics, only the carcass compatability index presented a positive effect ( $P > 0.05$ ). There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the diets on the weights of the palette, rib and shank cuts. And among the non-carcass components there was an increase in liver size and an increase in fat deposits. The chemical composition of the meat was altered by the inclusion of GAW, but did not influence ( $P > 0.05$ ) none of the sensorial attributes evaluated. Regardless of the GAW addition in the diets, the sheep meat showed to be soft, with the tenderness being the highest among the attributes, with an average of 5.94. The RAG can be effectively used as a feed ingredient of sheep at levels up to 30% without affecting the efficiency of the animals, since it has good acceptability by the animals and has positive nutritional characteristics for the growth performance of the animals and animal health, in addition to being the best economically feasible and cost effective option among treatments.

**key words:** alternative food, carcass characteristics, digestibility, daily weight gain, meat quality, ruminal parameters, economic viability



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em um sistema de produção voltado para ovinocultura de corte o item alimentação é um dos itens que mais eleva os custos de produção. Quando não se tem um planejamento bem traçado para manter o rebanho bem nutrido e com produções desejáveis durante os períodos de escassez e/ou entressafras de alimento, manter-se nesse tipo de atividade torna-se mais difícil. Então nutrir adequadamente um ovino significa fornecer-lhe todos os nutrientes necessários, em quantidade e proporção adequadas para atender às suas necessidades, isso é plenamente possível já que não é difícil de encontrar alimentos considerados nobres (milho, soja e trigo) para alimentação animal, porém, além de serem utilizados na alimentação humana tais ingredientes apresentam custo elevado.

No manejo alimentar o principal objetivo deve ser o de maximizar as potencialidades de cada região, aproveitando da melhor forma possível o que ela pode oferecer. A identificação da potencialidade de cada região deverá determinar as opções alimentares mais adequadas que atendam às necessidades dos rebanhos. Então, a busca por alimentos considerados alternativos, quando viáveis economicamente e nutricionalmente, tal como os resíduos oriundos da agrindústria é uma forma de atenuar a descontinuidade na oferta de alimentos no decorrer do ano. Apesar do potencial para uso na alimentação de ruminantes de tais resíduos, o valor nutritivo é dependente dos processos de beneficiamento das indústrias, qualidade dos frutos, diferenças na constituição e, principalmente, a proporção de cascas e sementes contidos no resíduo (Azevedo et al., 2011). A sazonalidade da geração dos resíduos agroindustriais é outra questão a ser levada em conta, uma vez que estes estão condicionados à produção de matérias primas como as frutas.

A produção de goiaba (*Psidium guajava* L.) no Brasil ganha destaque com cerca de 353 toneladas do fruto (IBGE, 2012). A produção é destinada para consumo *in natura*; porém, a maior parte da produção brasileira de goiabas destina-se a atender a demanda industrial para a elaboração de diversos produtos, como doces, sucos, geleias, polpa congelada, entre outros. Apenas 50% do fruto são aproveitados pela indústria os outros 50%, 20% de casca e 30% de sementes, não são aproveitados e tais resíduos são considerados problema, já que é um material poluente (Chang et al., 2014). A utilização deste resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na alimentação animal é uma opção interessante para mitigar a poluição, aumentar a oferta de alimento para os rebanhos e possibilidade de diminuição dos custos de produção. Já foi demonstrado que o RAG é rico em compostos secundários tal como o tanino e quando consumidos em níveis elevados podem causar efeitos deletérios aos animais (Chang et al.,

2014); porém, em níveis menores têm atividades antioxidantes (Khalifa et al., 2016), que aumentam a vida útil da carne através do retardo da oxidação lipídica e preservam a sua estabilidade de cor, mesmo que não seja observado efeito antimicrobiano (Branciari et al., 2015). Além disso, o RAG apresenta um alto teor de extrato etéreo predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, os quais, depositados na carne, proporcionam benefícios para a saúde humana, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (Andrade et al., 2016). Neste sentido, busca-se esclarecer alguns questionamentos inerentes a utilização do RAG na alimentação de ovinos. Foi avaliado o efeito da inclusão do RAG em níveis crescentes (0%, 7,5%, 15%, 22,5% e 30%) na dieta de cordeiros da raça Santa Inês. O trabalho está dividido em quatro capítulos: Capítulo I – Resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) na alimentação animal: Uma Revisão; Capítulo II - Utilização do resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) sob os parâmetros de desempenho, comportamento ingestivo e viabilidade econômica na dieta de cordeiros; Capítulo III – Parâmetros ruminais e morfométricos de rúmen e intestino em cordeiros alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.); Capítulo IV - Características de carcaça e constituintes não-carcaça de ovinos alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) –; Capítulo IV – Qualidade de carne de cordeiros finalizados com resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.)

## **CAPÍTULO I**

---

**Resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) na alimentação animal:**

**Uma Revisão**

## **Resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) na alimentação animal:**

### **Uma Revisão**

**RESUMO:** Objetivou-se com esta revisão reunir e discutir as informações mais relevante sobre a utilização de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na alimentação animal. Dentre as frutas produzidas, o Brasil é o líder mundial na produção de goiaba, com produção de 342 mil toneladas de frutas frescas anualmente. A goiaba pode ser consumida *in natura* e na forma processada como bebidas, xarope, sorvete, doces, geléias, caramelo, suco, e produtos desidratados e enlatados. No processamento (despolpamento e a lavagem com água clorada) obtém-se um resíduo composto por casca, polpa e principalmente sementes com proporção entre de 4 a 12% da massa total dos frutos beneficiados. Destes, 94% é composto por sementes e 6% de pele. No entanto, o RAG tem potencial para ser utilizado na alimentação animal, reduzindo o custo da ração e/ou fornecer substâncias bioativas com efeitos benéficos sobre a qualidade do produto e a saúde do consumidor, e assim diminuindo os problemas ambientais. Considerando-se a composição química e bromatológica, o RAG apresenta características de alimento volumoso com 9% de PB e 73,45% de FDN, porém reduzida efetividade devido ser constituído basicamente por sementes e é constituído de compostos antinutricionais como tanino e lignina e outros compostos fenólicos. Em contra partida contém elevado conteúdo de extrato etéreo (10,83%) no interior da semente, que aumenta o teor de energia da dieta melhorando o desempenho dos animais e é digerido e absorvido no intestino delgado, o que pode alterar a estrutura da mucosa intestinal. Este óleo é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico e ácido oleico, com 77,35% e 9,42%, respectivamente. O alto teor de ácidos graxos insaturados depositados nos produtos de origem animal é benéfico para a saúde humana, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares.

**Palavras – chave:** compostos antinutricionais, desempenho animal, sementes, substâncias bioativas, ácidos graxos insaturados

## **Guava agroindustrial waste (*Psidium guajava* L.) in animal feed:**

### **A review**

**ABSTRACT:** The objective of this review was to gather and discuss the most relevant information on the use of guava agroindustrial waste (GAW) in animal feed. Among the fruits produced, Brazil is the world leader in the production of guava, with production of 342 thousand tons of fresh fruit annually. Guava can be consumed *in natura* and in processed form as beverages, syrup, ice cream, jams, jellies, caramel, juice, and dehydrated and canned products. In the processing (pulp and washing with chlorinated water) a residue composed of bark, pulp and mainly seeds with a proportion of between 4 to 12% of the total mass of the benefited fruits is obtained. Of these, 94% is composed of seeds and 6% of skin. However, GAW has potential to be used in animal feed, reducing the cost of feed and / or providing bioactive substances with beneficial effects on product quality and consumer health, thereby reducing environmental problems. Considering the chemical and bromatological composition, the GAW presents characteristics of bulky food with 9% of CP and 73.45% of NDF, but reduced effectiveness because it consists basically of seeds and is constituted of antinutritional compounds like tannin and lignin and others phenolic compounds. On the contrary, it contains high content of ethereal extract (10.83%) inside the seed, which increases the energy content of the diet and is digested and absorbed in the small intestine, which can alter the structure of the intestinal mucosa. This oil is predominantly composed of unsaturated fatty acids, especially linoleic acid and oleic acid, with 77.35% and 9.42%, respectively. The high content of unsaturated fatty acids deposited in products of animal origin is beneficial to human health, reducing the risks of cardiovascular diseases.

**Key words:** antinutritional compounds, bioactive substances, performance, seeds, unsaturated fatty acids

## 1- Introdução

Diante da nova ordem mundial e das grandes transformações econômicas sofridas pelo mundo, em que as margens de retorno econômico nas atividades pecuárias, particularmente nos países em desenvolvimento, encontram-se cada vez mais restritas, a busca por maior eficiência produtiva torna-se uma questão de sobrevivência. Neste contexto, os produtores de carne devem buscar reduzir custos e/ou aumentar receitas, visando à obtenção de resultados econômicos satisfatórios na atividade (Magalhães et al., 2005).

Entre as espécies de ruminantes criadas pelo homem para produção de carne, os ovinos e caprinos são os que apresentam o menor intervalo de tempo entre o nascimento e o abate. A carne ovina, em virtude de sua qualidade e valor nutritivo, vem ocupando posição de destaque na dieta humana e o desequilíbrio entre a sua produção e seu consumo vêm determinando o desenvolvimento das mais variadas estratégias, visando o permanente abastecimento do mercado consumidor. Por este motivo, é observado um aumento constante no interesse de intensificar a terminação de cordeiros em confinamento, objetivando rapidez para a comercialização e produção de carcaças com excelente rendimento e que atendam às exigências do consumidor moderno, no que se refere ao bem estar animal, sabor da carne e acabamento de gordura. No entanto, este tipo de criação requer maior investimento de instalações, alimentação e mão-de-obra.

A alimentação representa a maior fração do custo de produção, sendo assim por menor que seja a redução, nesse custo, aliada às melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes das rações, podem representar uma economia significativa. O êxito de sistemas de produção de carne de cordeiros que utilizam rações contendo elevado teor de concentrado está diretamente ligado ao custo e qualidade dos ingredientes utilizados na formulação das rações.

Sendo assim, uma das formas de viabilizar este sistema é a utilização de rações formuladas com alimentos alternativos disponíveis regionalmente. Os resíduos agrindustriais provenientes da transformação de alimentos estão se tornando uma alternativa economicamente viável, que podem substituir parcial ou totalmente alimentos volumosos ou concentrados sem comprometer o desempenho e a eficiência alimentar do animal. Além disso, a utilização dos resíduos como alimentos evitará os impactos negativos sobre o meio ambiente, provenientes do descarte desses resíduos ou da sua utilização de forma irracional na alimentação dos animais, pois a excreção dos animais alimentados desta forma poderá causar, ainda, danos ao meio ambiente, já que muitos dos resíduos agrindustriais são considerados poluentes.

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o valor nutricional e o efeito da utilização do resíduo agroindustrial da goiaba sobre desempenho produtivo, características de carcaça e a qualidade da carne de ovinos Santa Inês.

## 2- Referencial teórico

A produção mundial de fruta vem crescendo anualmente a uma taxa de 3% na última década. Em 2011, cerca de 640 milhões de toneladas de frutas foram produzidas em todo o mundo e o Brasil encontra-se como o terceiro maior produtor (FAO, 2013). Dentre as frutas produzidas, o Brasil é o líder mundial na produção de goiaba, com produção de 342 mil toneladas de frutas frescas anualmente. A maior região produtora é a Sudeste com 45,62%, seguida da região Nordeste com 41,27% (IBGE, 2012). E dentre as variedades de goiabas cultivadas, a Paluma é a principal (Natale et al., 2009).

A goiaba é uma baga, com pericarpo e polpa com sementes, fruto de um arbusto conhecido como goiabeira (*Pisidium guajava* L.) que atinge até 8 metros de altura, cultivada em regiões subtropicais, onde os principais produtores são a África do Sul, Índia, Havaí, Colômbia, Porto Rico, Jamaica e Brasil (Uchôa-Thomaz et al., 2014).

Esta fruta tem atraído a atenção aos agronegócios devido a algumas de suas características como sabor, aparência e nutrientes funcionais que podem promover a saúde. A goiaba pode ser consumida *in natura* e na forma processada como bebidas, xarope, sorvete, doces, geléias, caramelo, suco, e produtos desidratados e enlatados (Denny et al., 2013). Esta fruta é rica em compostos bioativos, além de óleos essenciais, álcoois sesquiterpenóides e ácidos triterpenóides, açúcares e pectinas (Ilha et al., 2008).

No processamento da goiaba, após o despulpamento e a lavagem com água clorada, obtém-se um resíduo composto por casca, polpa e principalmente sementes, que de acordo com Mantovani et al. (2004) e Uchôa-Thomaz et al. (2014) a proporção é de 4 a 12% da massa total dos frutos beneficiados. Já Chang et al. (2014) dizem que a parte comestível da goiaba é composta apenas de 50% de todo o fruto, enquanto que os outros 50% são compostos por casca (20%) e sementes (30%) que são descartados como resíduos. No Brasil, estima-se que cerca de 202 toneladas de goiaba são processadas a cada ano por agroindústrias produtoras de polpas de frutas congeladas, o que corresponde a aproximadamente 12 toneladas de resíduos, que são descartados (Uchôa-Thomaz et al., 2014). Já em se tratando do resíduo agroindustrial de goiaba (RAG) desidratado, 94% é composto por sementes e 6% de pele (Bernardino Nicanor et al., 2000; Denny et al., 2013). No entanto, este resíduo tem potencial para ser utilizado na alimentação animal, reduzindo o custo da ração e/ou fornecer substâncias bioativas com efeitos

benéficos sobre a qualidade do produto e a saúde do consumidor, e assim diminuindo os problemas ambientais.

O conhecimento nutricional de alimentos alternativos que possam ser utilizados na alimentação animal, assim como a disponibilidade dos constituintes, do consumo e desempenho dos animais torna-se necessário. Na Tabela 1 é apresentado a composição bromatológica do RAG utilizado em diferentes pesquisas.

Tabela 1 – Composição bromatológica do resíduo agroindustrial da goiaba

Autores	Nutrientes (%)									
	MS	PB	EE	MM	FDN	HC	FDA	CHOT	Lignina	EB (Kcal/kg)
Gonçalves et al., 2004	88,8	7,8	-	-	72,6	17,8	54,8	-	-	-
Lousada Jr. et al., 2006	86,33	8,47	6,01	3,43	73,45	18,8	54,65	82,09	18,5	-
Azevêdo et al., 2011	28,56	8,62	7,68	-	72,96	-	59,74	-	22,10	-
Lira et al., 2011	50,38	9,61	10,83	2,38	78,96	9,25	63,61	76,65	-	5.26
Silva, 2012	90,35	9,44	10,72	2,53	75,3	-	58,18	-	19,7	-
Uchôa-Thomaz et al., 2014	93,32	11,19	13,93	1,18						-
Kamel et al., 2016	94,35	7,53	18,93	1,27	-	-	-	-	-	-

Matéria Seca; PB – Proteína Bruta; EE - Extrato Etéreo; MM – Material Mineral; EB – Energia Bruta; FDN – Fibra em Detergente Neutro; HC – Hemicelulose; FDA – Fibra em Detergente Ácido; CHOT – Carboidratos Totais

A utilização de RAG na alimentação animal já vem sendo estudada por alguns pesquisadores. Gonçalves et al. (2004), utilizaram o RAG como aditivo para a silagem e verificaram que a adição de 16,54% do resíduo desidratado fez com que o nível ideal mínimo de 30% de MS fosse alcançado, reduzindo a umidade da massa ensilada, contribuindo para que não se evidenciasse a produção de uma silagem de má qualidade, caso houvesse excessiva umidade no material ensilado.

Lira et al. (2011), avaliando a substituição de 20% da dieta de frango de corte a base de milho e soja pelo RAG verificaram um efeito negativo na inclusão de RAG sobre a energia metabolizável e seus coeficientes de metabolizabilidade, atribuindo como justificativa desse fato os elevados teores de fibras na composição do alimento.

Kamel et al. (2016), avaliaram o RAG desidratado e triturado como farinha ao nível de 20% de inclusão em dietas de coelhos. E os resultados revelaram que o RAG era rico em fibra bruta, mas a sua inclusão na dieta melhorou significativamente ( $P < 0,05$ ) a matéria orgânica e a digestibilidade dos nutrientes, conversão alimentar, e índice de desempenho quando comparado com o grupo controle, provavelmente devido ao alto teor de óleo contido no interior da semente.



Resultados de amostras de sangue e de carcaça não mostraram efeito adverso da inclusão de RAG na dieta de coelhos. E economicamente, a inclusão de RAG na dieta foi mais rentável. Sendo assim uma alternativa viável de alimentação, além de uma alternativa eficiente de preservar o meio ambiente através da redução do descarte.

Em se tratando de desempenho de pequenos ruminantes, poucos são os trabalhos realizados. Silva et al. (2014) que usaram o RAG em substituição ao milho para alimentação de ovinos em confinamento, observaram como resultado que até o nível de 40% de substituição esse alimento pode ser utilizado sem ocasionar danos ao desempenho produtivo e de carcaça dos animais e a viabilidade econômica do sistema, porém a substituição ao nível de 60% a dieta apresentou baixa disponibilidade dos nutrientes aliado a um aumento da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. A hipótese descrita pelos autores para esse fato são as altas quantidades de fatores antinutricionais como lignina, taninos e outros compostos fenólicos presente na dieta constituída de elevados níveis do RAG.

No entanto é observado na composição do RAG características que se enquadram como um alimento volumoso, por conter teores de FDN variando de 72 a 78% e FDA entre 54 e 63%, seus percentuais de proteína estão na ordem de 7 a 10% fornecendo os requisitos básicos para o desenvolvimento microbiano ruminal (Valadares et al., 1997).

Lousada Júnior et al. (2005) avaliaram em suas pesquisas o consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos como alimentos exclusivo, e fornecidos de forma desidratada e triturados, e relataram que dentre os alimentos, o RAG apresentou o maior CMS (1.527,4 g/animal/dia e 4,4 g/kg PV) e CFDN (1.126,4 g/animal/dia) devido à alta quantidade de sementes, o que por outro lado mostra uma boa palatabilidade. Porém, obtiveram baixas digestibilidades de MS 30,8%, PB 39,5%, FDN 17,7% e NDT 35,7%. Os autores afirmam que devido os subprodutos serem fornecidos de forma exclusiva para os animais é possível que tenha havido deficiência de alguns componentes dietéticos, como fibra efetiva, o que pode ter provocado elevação na taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal, reduzindo a digestibilidade dos nutrientes. Além disso, a alta porcentagem de sementes em sua constituição podem conter elevados teores de taninos os quais desfavorecem a digestibilidade. Outro ponto importante é a baixa digestibilidade de FDA 38,7% que foi intimamente correlacionado a elevada quantidade de lignina, pois como a FDA é composta por celulose mais lignina, quanto maior o teor de lignina menor a digestibilidade da FDA.

Azevêdo et al. (2011), justificaram o menor consumo do RAG *in natura* para bovinos devido a elevada concentração de lignina (22,10 %) aliada ao baixo poder de apreensão do subproduto pelas novilhas devido à baixa homogeneidade com a silagem de milho. O que

provocou acúmulos do resíduo nas extremidades do cocho, devido à umidade e à densidade específica, e, como consequência, demandou manejo específico para uniformização da mistura com a silagem de milho. Esses autores também relataram que o RAG apresenta limitações para uso em dietas para ruminantes, principalmente devido à baixa disponibilidade dos nutrientes, como por exemplo a baixa retenção do balanço de nitrogênio, expresso em g/dia, que foi ocasionado pela baixa disponibilidade de carboidratos e à fermentação microbiana, resultando em maior excreção urinária de nitrogênio (53,21 g/dia).

O ponto determinante para a inclusão de níveis maiores de RAG na dieta, segundo Chang et al. (2014) é a presença de tanino e lignina, além de outros fatores antinuticionais como a saponina e ácido fítico encontrados principalmente nas sementes. De acordo com Acamovic e Brooker (2005), materiais vegetais que contêm taninos condensados no intervalo de 2 a 4% pode proporcionar efeitos benéficos sobre o metabolismo de proteínas, em ruminantes, porém o excesso desse metabólito secundário na alimentação animal pode reduzir a palatabilidade, a ingestão alimentar e a digestibilidade da matéria seca por meio da formação de complexos e a inibição de enzimas ao longo do trato digestivo. A quantidade de tanino encontrado por Chang et al. (2014) nas sementes de goiaba foi de 1,25 mg/g que está em quantidades superiores para alimentação animal, ao nível de 5%.

O ácido fítico é a forma de fósforo encontrado em quantidades significativas nas sementes. Estes podem interagir com outros compostos alimentares no trato digestivo de uma forma que pode ter influência negativa ou positiva na saúde de seres humanos e outros animais. Essas interações são complexas e depende de muitos fatores, incluindo o tipo de aparelho digestivo, o pH, a presença de outros alimentos que competem com o ácido fítico para mineral ligação, a presença de fitase ou enzimas bacterianas intestinais, a natureza do processamento dos alimentos, o tipo de ácido fítico ingerida e a quantidade de fitato ingerido (Thompson, 1993).

O ácido fítico pode diminuir a absorção de Ca, Fe e Zn contribuindo para a deficiência de nutrientes minerais, incluindo anemias e osteoporose, além de ter fortes cargas negativas que podem ligar-se a proteínas diminuindo a digestibilidade desta (Sandberg et al., 1993). Nas sementes da goiaba, Chang et al. (2014) encontram 6,60 mg/g de ácido fítico o que está superior a 5 mg/g, quantidades máximas permitida para alimentação animal.

Em contra partida Chang et al. (2014), observaram que os tratamentos térmicos de autoclavagem reduziu efetivamente o conteúdo de tanino, saponinas e ácido fítico das sementes de goiaba em 76%, 52% e 91%, respectivamente. Reduções significativas também foram

observada no processo de fervura. No entanto, os tratamentos térmicos diminuíram os valores de componentes nutricionais como gordura e proteína.

Em se tratando das características quantitativas e qualitativas da carcaça de ovinos alimentados com RAG em substituição ao volumoso não foi encontrado na literatura, já em substituição ao milho o trabalho de Silva et al. (2014), revelou que em dietas com até 40% RAG apresentou carcaças com pesos, rendimentos e musculosidades satisfatórias, no entanto com a utilização de 60% de RAG foi observado um elevado percentual de conversão alimentar (7,91%), piores ganhos de peso diário (120 g/dia) e alcançaram mais tardiamente o peso de abate (104 dias).

O RAG é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico e ácido oleico, com 77,35% e 9,42%, respectivamente (Uchoa-thomaz et al., 2014). O alto teor de ácidos graxos poliinsaturados depositados na carne é benéfico para a saúde humana, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (Andrade et al., 2016). No entanto, o aumento de ácidos graxos poliinsaturados na carne pode reduzir a estabilidade oxidativa e aumentar sua susceptibilidade à rancidificação (Marques, Valente, & da Rosa, 2009), resultando principalmente negativamente nas características sensoriais de cor e sabor e reduzindo sua vida útil (Vasta & Luciano, 2011). No entanto, os compostos bioativos, entre os quais o tanino, caratenóides, ácido fítico, têm atividades antioxidantes (Khalifa et al., 2016), que aumentam a vida de armazenamento da carne através do retardamento da oxidação lipídica e preservam a sua estabilidade de cor mesmo quando não se observa efeito antimicrobiano (Branciari et al., 2015). A cor desempenha um papel importante na qualidade da carne e destaca-se como o principal fator de valorização no momento da compra (Costa et al., 2011).

Dentre os compostos bioativos Uchôa-Thomaz et al. (2014) verificaram a presença de 87,44 mg/100g de vitamina C; 1,25 mg/100g de caratenóides totais; 0,39 g/100g de fibra dietética solúvel e 63,55 g/100g de fibra dietética insolúvel. Comparando o valor encontrado na amostra com a ingestão dietética de referência para adultos (Brasil, 2005b), que é de 45 mg/dia de vitamina C, pode-se afirmar que a amostra pode ser considerada uma boa fonte de composto bioativo. A fração de fibra alimentar solúvel consiste em pectinas, beta-glucanos, gomas, mucilagens e algumas hemiceluloses e pode ser encontrada em maior concentração na pele do que na semente do fruto (Uchôa-Thomaz et al., 2014).

### 3- Referências

- Acamovic T, Brooker. JD Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. Proc Nutr Soc, v. 64, p.403–412. 2005.
- Andrade, S. F. J. de.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R. de; Lucena, R. B. de; Andrade, R. P. X. de; Lima Júnior, D. M. de Andrade, S. F. J. de.; Batista, A. M. V.; Carvalho, F. F. R. de; Lucena, R. B. de; Andrade, R. P. X. de; Lima Júnior, D. M. de. (2016). Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38(2), 155–161.
- Azevêdo, J. A. G., Valadares Filho, S. de C., Pina, D. dos S., Detmann, E., Valadares, R. F. D., Pereira, L. G. R., ... Silva, L. F. C. e. (2011). Intake, total digestibility, microbial protein production and the nitrogen balance in diets with fruit by-products for ruminants. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(5), 1052–1060.
- Bernardino Nicanor, a., Ort, i. A. Z. O. I., mart, a. L. N. Y. , Davila, G. O. 2000. Guava seed protein isolate. functional and nutritional characterization. *Journal of food biochemistry* 25, 77-90.
- Brasil, Ministerio da Saude, Agencia Nacional de Vigilancia Sanitaria - ANVISA. (2005b). Regulamento tecnico sobre a ingestão diaria recomendada (IDR) de proteina, vitaminas e minerais (Resolucao RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005). *Diario Oficial da Republica Federativa do Brasil*.
- Branciarri, R., Ranucci, D., Miraglia, D., Urbani, S., Esposto, S., & Servili, M. (2015). Effect of dietary treatment with olive oil by-product (olive cake) on physico-chemical, sensory and microbial characteristics of beef during storage. *Italian Journal of Food Safety*, 4(4), 225–229.
- Chang, Y. P., Tan, M. T., Lok, W. L., Pakianathan, S., Supramaniam, Y. Making Use of Guava Seed (*Psidium guajava* L): The Effects of Pre-treatments on Its Chemical Composition. *Plant Foods Hum Nutr.* v. 69, p. 43-49. 2014
- Costa, R. G., De Lima, C. A. C., De Medeiros, A. N., Lima, G. F. da C., Marques, C. A. T., & Queiroga, R. de C. R. do E. (2011). Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(12), 2799–2804.
- Denny, C., Priscilla, S. M., Franchin, M., Massarioli, A. P., Bergamaschi, K. B. 2013. Guava pomace: a new source of anti-inflammatory and analgesic bioactives. *Complementary and Alternative Medicine*. 13. 235.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO. (2013). The state of food and agriculture, 2013. *Lancet* (Vol. 2).
- Gonçalves, J. S., Neiva, J. N. M.; Vieira, N. F.; Oliveira Filho, G. S.; Lôbo R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). *Revista Ciência Agronômica*, v. 35, n. 1, jan.-jun.,p. 131 – 137, 2004.
- Instituto brasileiro e geografia e estatística (IBGE). Estados. 2012 Disponível em: [www.ibge.gov.br/estadosat](http://www.ibge.gov.br/estadosat). Acesso em: 01 de maio de 2014.

- Ilha, S. M., Migliato, K. F.; Velloso, J. C. R.; Sacramento, L. V. S., Pietro, R. C. L. R.; Isaac, V. L. B., Brunetti, I. L.; Corrêa, M. A.; Salgado, H. R. N. Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fi tocosmética. *Revista Brasileira de Farmacognosia Brazilian Journal of Pharmacognosy*, v. 18, p. 387-393, Jul./Set. 2008.
- Kamel, E. R., Abdel-Fattah, F., El-Qaliouby, H. S., & Mahmoud, E. A. . (2016). Response of New Zealand Rabbits to Diet Containing Guava Waste (*Psidium Guajava* L.): 1. Effect on Growth Performance, Diet Digestibility and Economic Efficiency. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 50(1), 24–35.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H., & Soliman, S. (2016). Influencing of Guava Processing Residues Incorporation on Cupcake Characterization. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6(4), 4–11.
- Lira, R. C., Rabello, C. B. V., da Silva, E. P., Ferreira, P. V., do Ludke, M. C. M. M., & Costa, E. V. (2011). Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(5), 1019–1024.
- Lousada Junior, J. E., Neiva, J.N.; Rodriguez, N. M., Pimentel, C. M., & Lôbo, R. N. B. (2005). Consumo e digestibilidade aparente do subproduto do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(2), 659–669.
- Lousa Júnior, J. E., Costa, J. M. C., Neiva J. N. M., Rodriguez N. M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.1, p.70-76, 2006.
- Magalhães, K.A., Valadares Filho, S. C., Paulino, M.F. et al. (2005). Desempenho, composição física e características de carcaça de novilhos alimentados com diferentes níveis de casca de algodão, em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2466-2474.
- Marques, A. y C., Valente, T. B., & da Rosa, C. S. (2009). Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis conseqüências para o organismo humano. *Revista de Nutricao*, 22(2), 283–293.
- Mantovani, J. R., Corrêa, M. C. de M., Cruz, M. C. P. da, Ferreira, M. E., & Natale, W. (2004). Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(2), 339–342.
- Natale, W., Rozane, D. E., Souza, H. A., and Amorim, D. A. (2009). *A Cultura da Goiaba do Plantio à Comercialização*. Jaboticabal: Funesp/SBF
- Silva, N.V., Costa, R.G.; Medeiros, G.R.; Medeiros, A.N.; Gonzaga Neto, S.; cezar, M.F.; Cavalcanti, M.C.A. Características de carcaça de ovinos alimentados com subproduto da goiaba. *Arch. Zootec*. v. 63, p. 25-35. 2014.
- Uchôa-Thomaz, A. M. A., Sousa, E. C., Carioca, J. O. B., Morais, S. M. de, Lima, A. de, MARTINS, C. G., ... RODRIGUES, L. L. (2014). Chemical composition , fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds ( *Psidium guajava* L .). *Food Science and Technology*, 34(3), 485–492.
- Valadares, R.F.D.; Gonçalves, L.C.; Rodriguez, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos.1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.26, n.6, p.1252-1258,1997.

- Vasta, V., & Luciano, G. (2011). The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Research*, 101(1–3), 150–159.

## CAPÍTULO II

---

**Utilização de resíduo agroindustrial da goiaba (*psidium guajava* L.) sob os parâmetros de desempenho, comportamento ingestivo e viabilidade econômica na dieta de cordeiros**

## **Utilização de resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.) sob os parâmetros de desempenho, comportamento ingestivo e viabilidade econômica na dieta de cordeiros**

**Resumo:** Objetivou-se avaliar o desempenho, digestibilidade, comportamento ingestivo, perfil bioquímico e hormonal e avaliação econômica da inclusão de níveis crescentes de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta de cordeiros. Foram utilizados 40 ovinos da raça Santa Inês com idade média de 120 dias, não castrados, confinados, e peso médio inicial de  $21,33 \pm 2,18$  kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições cada, alimentados com níveis crescentes de RAG (0; 7,5; 15; 22,5 e 30%). O feno de tifton, milho moído, farelo de soja e sal mineral compuseram os demais ingredientes da ração, porém com valores fixos. O parâmetro para abate dos animais foi o peso corporal de 36 kg. Foram avaliados o CMS, consumo de nutrientes, parâmetros sanguíneos e comportamento ingestivo. Foi observado que os tratamentos com RAG não apresentaram diferença para as variáveis de desempenho ( $P > 0,05$ ), tendo média de ganho diário de 328 g/dia, e que apenas o consumo de EE apresentou efeito positivo ( $P < 0,05$ ). Para a digestibilidade dos nutrientes, apenas o CDPB não apresentou diferença significativa ( $P > 0,001$ ) entre os tratamentos. A concentração de colesterol apresentou efeito significativo ( $P < 0,01$ ) com a inclusão do RAG. Os hormônios T3 e T4 apresentaram diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os tratamentos. Assim, o RAG pode ser usado efetivamente como ingrediente alimentar de ovinos em níveis de até 30% sem afetar a eficiência dos animais, pois apresenta boa aceitabilidade pelos animais e possui características nutricionais positivas para o desempenho de crescimento dos animais e saúde animal, além de se mostrar a melhor opção economicamente viável e rentável entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** consumo, economicamente viável, eficiência alimentar, ganho de peso, Santa Inês



**Use of guava agroindustrial waste (*Psidium guajava* L.) under performance, ingestive behavior and economic viability in the diet of lambs**

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the performance, digestibility, ingestive behavior, biochemical and hormonal profile and economic evaluation of the inclusion of increasing levels of guava agroindustrial waste (RAG) in the diet of lambs. Four hundred Santa Inês sheep with mean age of 120 days, uncastrated, confined, and initial mean weight of  $21.33 \pm 2.18$  kg were used. The animals were distributed in a completely randomized design with five treatments and eight replicates each, fed with increasing RAG levels (0; 7.5; 15; 22.5 and 30%). Tifton hay, corn, soybean and mineral salt made up the other ingredients of the feed, but with fixed values. The parameters for slaughter of the animals were the body weight of 36 kg. We evaluated CMS, nutrient intake, blood parameters and ingestive behavior. It was observed that the RAG treatments presented no difference for the performance variables ( $P > 0.05$ ), with a mean daily gain of 328 g / day, and that only EE consumption presented a positive effect ( $P < 0.05$ ). For the nutrient digestibility, only the CDPB showed no significant difference ( $P > 0.001$ ) between the treatments. The cholesterol concentration had a significant effect ( $P < 0.01$ ) with the inclusion of RAG. The hormones T3 and T4 presented a significant difference ( $P < 0.01$ ) between the treatments. Thus guava agroindustrial waste (RAG) can be effectively used as a food ingredient of sheep at levels up to 30% without affecting the efficiency of the animals, since it has good acceptability by the animals and has positive nutritional characteristics for the growth performance of the animals and animal health, as well as being the best economically viable and cost-effective option among treatments.

**Key words:** consumption, economically feasible, feed efficiency, Santa Inês, weight gain

## 1. Introdução

Os alimentos apresentam cerca de 50% do custo total do confinamento, sendo a fração concentrada mais onerosa, por representar cerca de dois terços desse valor (Santos et al., 2011). Sendo assim, a utilização de alimentos alternativos torna-se uma opção para diminuir os custos e incrementar a produção dos ovinos. Dessa forma, os resíduos da agroindústria como componentes da dieta têm sido alvos de muitas pesquisas. Dentre eles, ganha destaque o resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.).

O resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) é composto de polpa, mas principalmente sementes, que também possuem quantidades significativas de ácido graxo insaturado e matéria fibrosa (Uchôa-Thomaz et al., 2014). O teor de proteína do RAG é entorno de 9% (Bernardino-Nicanor et al., 2006).

Considerando-se a composição química e bromatológica, o RAG apresenta potencial para ser utilizado na alimentação animal, com vista a reduzir o custo da ração e/ou fornecer substâncias bioativas, possibilitando efeitos benéficos sobre a qualidade do produto e a saúde do consumidor. Quanto ao desempenho de pequenos ruminantes, poucos são os trabalhos realizados. Entre esses, (Silva et al., 2014), que utilizaram o RAG em substituição ao milho para alimentação de ovinos em confinamento e observaram, como resultado, que até o nível de 40% de substituição esse alimento pode ser utilizado sem prejudicar o desempenho produtivo e de carcaça dos animais e a viabilidade econômica do sistema; porém, a substituição ao nível de 60%, a dieta apresentou baixa disponibilidade dos nutrientes aliado a aumento da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal. A hipótese descrita pelos autores para esse fato são as altas quantidades de fatores antinutricionais como lignina, taninos e outros compostos fenólicos presentes na dieta constituída de elevados níveis do RAG.

O ponto determinante para a inclusão de níveis maiores de substituição do RAG na dieta, segundo Chang et al. (2014), é a presença de tanino e lignina, além de outros fatores antinutricionais como a saponina e ácido fítico encontrados principalmente nas sementes. Por outro lado, de acordo com Acamovic & Brooker, (2005), materiais vegetais que contêm taninos condensados no intervalo de 2 a 4% pode proporcionar efeitos benéficos sobre o metabolismo de proteínas, em ruminantes; porém, o excesso desse metabólito secundário na alimentação animal pode reduzir a palatabilidade, a ingestão alimentar e a digestibilidade da matéria seca por meio da formação de complexos e a inibição de enzimas ao longo do trato digestivo.

Na perspectiva de conhecimento do uso do RAG, é importante a quantificação do consumo de nutrientes, bem como o seu aproveitamento pelo animal, verificado por meio de provas de digestibilidade, além da bioquímica clínica em diferentes matrizes biológicas,

avaliando, particularmente, o perfil bioquímico e hormonal dos ovinos, a fim de caracterizar as alterações que o uso desse alimento pode ocasionar, para posterior determinação de um teor otimizado da incorporação deste alimento na dieta de ovinos sem que o mesmo traga prejuízos à saúde animal.

Assim sendo, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba em dietas de ovinos da raça Santa Inês sobre o desempenho, comportamento ingestivo e parâmetros bioquímicos e hormonais.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Local do Experimento**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras, Estado da Paraíba, Brasil. A altitude local é 552 m situada entre as coordenadas geográficas 6 ° 41'11 " de latitude sul e 35 ° 37'41 " de longitude a oeste de Greenwich. A temperatura da região varia de um máximo de 36,0 ° C a um mínimo de 18,0 ° C, com uma precipitação média anual de 1200 mm.

### **2.2. Animais, alimentação e manejo**

Foram utilizados 40 cordeiros Santa Inês não castrados, com idade média de 120 dias e peso médio de  $21,33 \pm 2,18$  kg. O experimento durou 63 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e instalações e 48 dias para avaliação de desempenho. Os animais foram inicialmente identificados, pesados, tratados contra ecto e endoparasitas e em seguida distribuídos em baias individuais com área de 1,46 m<sup>2</sup> com acesso livre a comedouros e bebedouros, onde receberam as dietas.

Os tratamentos foram compostos por níveis crescentes de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) nas proporções de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30%. Feno de tifton, milho, soja e suplementos minerais compuseram os demais ingredientes da ração, cujas composições bromatológicas estão dispostas na Tabela 1. O resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava*) cv. Paluma, composto basicamente por sementes, foi doado pela empresa Palmeiron (Belo Jardim – Brazil). A secagem foi realizada ao sol até atingir um teor médio de 10% de umidade. Após a desidratação o RAG foi moído até atingir a forma farelada para uma maior homogeneidade da ração e melhor disponibilidade dos nutrientes. A água foi oferecida diariamente a cada animal usando baldes de 5 L colocados ao lado das baias de alimentação. A ingestão diária média de água (IDMA) foi medida aos 10 mL mais próximos. A perda de água

devido à evaporação foi avaliada medindo o volume de água perdida de um balde idêntico colocado fora do alcance das ovelhas (Mdletshe et al., 2017).

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg<sup>-1</sup> de matéria seca.

Componente	<sup>1</sup> RAG	Feno de Tifton	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca	908,0	902,3	865,8	879,1
Matéria orgânica	886,7	842,1	850,5	816,4
Proteína bruta	91,8	94,2	78,5	490,3
Extrato etéreo	107,5	19,5	59,1	19,0
Fibra em detergente neutro	730,7	800,5	122,9	302,5
Fibra em detergente ácido	620,7	437,9	43,5	99,0
Matéria mineral	21,3	60,2	15,3	62,7
Carboidratos totais	779,4	826,1	847,1	428,0
Carboidratos não fibrosos	48,7	25,6	724,2	125,5
Lignina <sup>2</sup>	197,0	55,0	11,9	15,2

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; <sup>2</sup>Valores da tabela de composição de Valadares Filho et al. (2015)

As dietas foram formuladas de acordo com NRC (2007) para atender às necessidades nutricionais, objetivando ganhos de 250 g/dia, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50 (Tabela 2). As dietas experimentais foram ofertadas *ad libitum* nos horários de 8:00 e 16:00 horas, na forma de dieta completa.

O ganho de peso dos animais foi verificado por pesagens semanais. Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 12 horas antes de cada pesagem. O ganho de peso total (GPT) foi obtido pela diferença entre o peso corporal final e inicial, enquanto o ganho médio diário (GMD) foi obtido pelo GPT dividido pelo período de confinamento. A conversão alimentar foi obtida pelo consumo de MS (g/dia) dividido pelo ganho médio diário (g/dia). Ao final do experimento, foi obtido o peso vivo final (PVF) e o peso vivo médio (PVM) dos animais durante o período experimental.

O alimento ofertado e as sobras foram pesados diariamente para cálculo do consumo voluntário e reajuste da quantidade oferecida, estabelecendo-se 10% de sobras com base na matéria seca. Para estimativa do consumo de nutrientes, utilizou-se a média das diferenças entre a quantidade total dos nutrientes contidos na dieta ofertada e a quantidade destes contidos nas sobras. Calculou-se o consumo de MS em relação ao peso vivo (PV) e peso metabólico (PV<sup>0,75</sup>).

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais

Item	Níveis de inclusão (%)				
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
<i>Ingrediente (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>					
RAG <sup>1</sup>	0,00	75,00	150,00	225,00	300,00
Feno de tifton	500,00	425,00	350,00	275,00	200,00
Grão de milho moído	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Farelo de soja	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
Suplemento mineral	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário calcítico	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Composição química</i>					
MS (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	888,39	888,80	889,22	889,63	890,04
MO (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	840,99	844,32	847,65	850,98	854,31
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	154,79	154,61	154,43	154,25	154,07
EE (g kg <sup>-1</sup> MS)	31,30	37,90	44,50	51,10	57,70
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	489,77	484,54	479,30	474,07	468,83
MM (g kg <sup>-1</sup> MS)	64,53	60,36	56,20	52,04	47,88
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	249,27	262,98	276,69	290,40	304,11
CT (g kg <sup>-1</sup> MS)	748,41	744,91	741,41	737,90	734,40
CNF (g kg <sup>-1</sup> MS)	258,64	260,37	262,10	263,83	265,57
TT (g kg <sup>-1</sup> MS)	0,00	5,00	9,90	14,90	19,80
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	33,77	44,42	55,07	65,72	76,37
EM (kcal/kg MS)	2,48	2,44	2,39	2,34	2,30

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; MM - Material mineral; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; TT - Taninos totais; NDT - Nutrientes digestíveis totais; EM - Energia metabolizável; <sup>2</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 70 g; Cálcio: 140 g; Sódio: 148 g; Enxofre: 12 g; Magnésio: 1.320 mg; Flúor: 700 mg; Zinco: 4.700 mg; Manganês: 3.690 mg; Ferro: 2.200 mg; Cobalto: 140 mg; Iodo: 61 mg; Selênio: 15 mg; Monensina sódica: 100 mg

### 2.3. Preparação das amostras e análises laboratoriais

Amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas sempre antes do preparo das rações experimentais. Os alimentos fornecidos, sobras e fezes, foram coletados por três dias consecutivos, afim de se obter amostras compostas, que foram mantidas em freezer (-15°C) para depois serem submetidas à pré-secagem e analisadas posteriormente.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. A pré-secagem foi realizada em estufa com circulação de ar a 65°C, por 72 horas; em seguida, trituradas em moinho com malha de 1 mm e armazenadas em frascos identificados e hermeticamente fechados e, então, submetidas a análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), material mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados de acordo com os métodos INCT-CA G-003/1; N-001/1; M-001/1; G-004/1; F-002/1 e F-004/1, respectivamente, segundo metodologias descrita por Detmann et al. (2012).

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT) foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992)  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  e para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foi usada a equação preconizada por Mertens (1997) em que  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN)$ . Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi adotada a equação descrita por Weiss (1999), em que  $NDT = PBD + EED \cdot 2,25 + CNFD + FDNcpD$ , sendo  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNFD = (CNF \text{ ingeridos} - CNF \text{ fezes})$  e  $FDNcpD = (FDNcp \text{ ingerido} - FDNcp \text{ fezes})$ . Para o cálculo da EM (kcal de EM/kg de MS), inicialmente calculou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED (Silva e Leão, 1979).

Para determinação da concentração de taninos totais (TT) foi utilizado o método butanol-HCl, descrito por Terrill et al. (1992) e o resultado convertido em % relativa ao tanino de jurema preta, com base na equação de regressão da curva-padrão feita a partir do tanino condensado purificado de jurema preta conforme metodologia proposta por Beelen et al. (2006).

Foi analisada a fibra fisicamente efetiva (FDNfe) do feno e do RAG, considerando a metodologia de Kononoff et al. (2003). As peneiras foram empilhadas na seguinte ordem: peneira de plástico de 19,0 mm na parte superior, peneira de plástico de 8,0 mm em segundo lugar, seguida de peneira de metal de 1,18 mm e a bandeja de plástico instalada na parte inferior da última peneira. Foi usado aproximadamente 0,200g de amostra que foi espalhada na peneira superior de 19,0 mm. O conjunto da peneira foi agitado horizontalmente cinco vezes em uma direção, girou-se os quatros lados das peneiras realizando o mesmo procedimento e depois repetiu-se o processo. Uma vibração foi considerada como um movimento para a frente e para trás, totalizando 40 movimentos. A rotação do separador garantiu que a amostra estava completamente abalada e que as partículas não estavam empilhadas uma sobre a outra. Em seguida as peneiras foram pesadas com o conteúdo retido e depois foi feita percentagem desse conteúdo em cada peneira.

## **2.4. Digestibilidade aparente dos alimentos**

Decorridos 28 dias do período experimental, foi realizado o ensaio de digestibilidade, período em que foram feitas coletas de amostras de alimentos (feno de tifton, resíduo de goiaba agroindustrial, milho e farelo de soja), sobras e fezes. As coletas de amostras de fezes foram realizadas diretamente na ampola retal dos animais, diariamente (0; 2; 4; 6; 8 e 10 horas após a alimentação) - (Bispo et al., 2007), durante o período de coleta. As amostras foram pesadas, identificadas e armazenadas a -15 °C e ao final do período de coleta, foram homogeneizadas

(constituindo uma amostra composta por animal) e pré-secas em estufa com circulação forçada a 65 °C por 72 horas.

Todas as amostras de alimentos, sobras e fezes foram trituradas em moinho de faca tipo Willey, com peneira de crivo de 2,0 mm, para posteriores análises laboratoriais. A estimativa da produção de MS fecal (PMSF) foi feita utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. Para determinação das concentrações de FDNi, amostras de 1,0 g dos alimentos concentrados e 0,5 g de feno, fezes e sobras das dietas foram incubadas em saco de TNT (tecido não tecido), por 288 horas, no rúmen de um bovino macho adulto fistulado. O material remanescente da incubação foi submetido à digestão com detergente neutro, cujo resíduo foi considerado fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), de acordo com o método INCT-CA F/011/1, segundo a metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

A produção de matéria seca fecal foi determinada pela seguinte fórmula:  $PMSF = \text{consumo do indicador (kg)} / \text{concentração do indicador nas fezes (\%)}$ . E os coeficientes de digestibilidade (CD) de MS, MO, PB e FDN foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula:  $CD = [(g \text{ de nutriente consumido} - g \text{ de nutriente nas fezes}) / (g \text{ de nutriente consumido})] \times 100$ . Para conversão alimentar (CA) foi considerado como o consumo total de matéria seca dividido pelo ganho de peso médio diário (GMD).

## 2.5. Comportamento Ingestivo

Durante o período de confinamento (48 dias), foram realizadas três avaliações visuais (nos últimos três fins de semana antes do abate, ou seja, 31, 38 e 45 dias de confinamento). O comportamento dos animais por período de 24h (08:00 a 08:00), com intervalo de 5 min (Carvalho et al., 2006) de forma direta. As variáveis comportamentais foram: comer, ruminar, ociosidade e atividades de beber, como mostrado na Tabela 2. Os resultados referentes como eficiências do comportamento ingestivo, obtidos pela metodologia descrita por Bürger et al. (2000), foram obtidos por relações:

$$(a) \text{ EALMS} = \text{CMS} / \text{TA}$$

$$(b) \text{ EALFDN} = \text{CFDN} / \text{TA}$$

$$(c) \text{ ERUMS} = \text{CMS} / \text{TR}$$

$$(d) \text{ ERUFDN} = \text{CFDN} / \text{TR}$$

$$(e) \text{ TTM} = \text{TA} + \text{TR}$$

Em que: EALMS = eficiência de alimentação (g MS consumida / min); EALFDN = eficiência de alimentação (g FDN consumida / min) CMS = consumo de matéria seca (g MS / min); TA = tempo de alimentação (min / dia); ERUMS = eficiência de ruminação (g MS ruminada / min); ERUFDN = eficiência de ruminação (g FDN ruminada / min) CFDN = consumo de fibra em detergente neutro (g FDN / min); TR = tempo de ruminação (min / dia); TTM = tempo total de mastigação (min / dia).

Também observou continuamente o número de vezes que o animal defecou, urinou e buscou água, adotando observação visual dos animais durante 24 horas, que foi realizada por observadores treinados em um sistema de alternância, estrategicamente posicionado para não promover mudanças na rotina dos animais.

## 2.6. Análises bioquímicas

As amostras de sangue foram coletadas quinzenalmente após o início do período de oferta das dietas experimentais, aproximadamente 3 horas após alimentação dos animais através de perfuração da veia jugular após desinfecção com álcool iodado, as análises das amostras foram realizadas no dia seguinte à colheita (Araújo et al., 2012).

Para as análises de parâmetros bioquímicos e hormonais, coletou-se sangue em tubos à vácuo de 7 ml contendo gel de separação e fluoreto de sódio e depois centrifugou-se numa centrífuga digital a 4°C a 3000 rpm (1100XG) durante 15 minutos. Após centrifugação, o sobrenadante foi separado em alíquotas de 1,5 ml para testes bioquímicos e hormonais. As análises foram realizadas no dia seguinte à colheita (Ribeiro et al., 2016).

As análises foram realizadas utilizando um aparelho de análise bioquímica com um fotômetro de comprimento de onda múltiplo (Thermo Scientific Genesys 10S Vis, USA), nos seguintes parâmetros bioquímicos: proteína total (PRT), albumina (ALB), glicose (GLU), triglicérides (TRI), colesterol (CHO), ureia (URE), creatinina (CRE), gama glutamil transferase SL (GGT) e aspartato aminotransferase (AST). Todos os testes foram realizados utilizando kits comerciais (Labtest). Os coeficientes de variação (CV) intra e inter-ensaio foram de 1,35% e 2,39%, 0,79% e 1,78%, 1,59% e 4,54%, 2,08% e 2,00%, 1,86% e 2,76%, 3,3% e 3,8%, 1,07% e 2,15%, 1,5% e 3,0%, 2,9% e 3,1% para PRT, ALB, GLU, TRI, CHO, URE, CRE, GGT e AST, respectivamente. Os valores para os parâmetros bioquímicos do estudo realizado por Kaneko et al., (2008) foram utilizados como dados referência para esse artigo.

As concentrações plasmáticas de cortisol (COR), tiroxina total (T4) e triiodotironina total (T3) foram medidas em Microplate Absorbance Spectrophotometer (BIO RAD xMark,



Hercules/Califórnia/USA) em duplicata e quantificadas pelo método Ensaio ImmunoSorbent Vinculado a Enzima (ELISA por competição) utilizando kits (In Vitro diagnóstico Ltda.) desenvolvidos para avaliação quantitativa de hormônios. A sensibilidade é relatada como sendo menor que 0,05 ng / dL, 0,22 g / dL e 1,1 ng / dL para T3, T4 e COR, respectivamente. Os coeficientes de variação intra e inter-ensaio são 2,3-7,7%, 1,6-5,0% e 4,58-6,33% para T3, T4 e COR, respectivamente.

## 2.7. Análise econômica

Os parâmetros da análise econômica mais importantes investigados nesta pesquisa foram o Custo Operacional Efetivo (COE) e parâmetros de retorno (Margem Bruta (MB), a Taxa de Retorno (TR) e Margem de Segurança (MS)), adaptado de Hoffmann et al., (1984) e Campos (2003). O COE incluiu a aquisição dos cordeiros (R\$ 150,00/cabeça); custo da alimentação que foi obtido multiplicando-se o valor unitário de cada insumo pela quantidade consumida em cada dieta, sendo apresentados os valores médios por animal, referentes a 48 dias de desempenho. De acordo com Silva et al. (2009), para determinar o valor do RAG foram utilizados os custos com transporte, secagem do resíduo “in natura” e o seu processamento na forma farelada obtendo-se o valor de 0,10/kg; o custo de mão de obra considerou-se que seria necessário um funcionário, em regime de trabalho de 8 horas para realizar as operações de alimentação dos animais, limpeza das instalações e ocasionalmente, aplicação de medicamentos, levando em conta que este é capaz de manejar 300 animais por dia (Romão et al., 2017). Posteriormente este gasto foi individualizado por animal. Considerou-se como remuneração da mão-de-obra um salário mínimo no valor de R\$ 977,00 vigente no ano de 2017; Foi contabilizado também a aplicação de vermífugo, vacina e o abate.

A análise econômica foi realizada considerando dois cenários (A e B). Sendo o cenário “A” composto pelos valores de carcaça, pele e constituintes não carcaça; já o cenário “B” composto pelos valores dos cortes comerciais (pernil, paleta, pescoço, lombo e costela), pele e constituintes não carcaça. A Renda Bruta (RB) foi obtida multiplicando os produtos do cenário “A” pelo valor pago no comércio local: R\$15,00/Kg, R\$6,00/uni, R\$7,50/Kg, respectivamente. Enquanto que os valores do cenário “B” pago no comércio local: pernil R\$25,00/Kg; paleta R\$22,00/Kg; pescoço R\$17,00/Kg; lombo R\$28,00/Kg; costela R\$20,00/Kg; pele R\$6,00/uni e constituintes não carcaça R\$7,50/Kg. Desta forma, ao calcular o COE no cenário “B” foi adicionado 1% referente aos custos dos cortes especiais. A Margem Bruta (MB) foi obtida pela subtração dos COE da RB:  $MB = RB - COE$ . A Taxa de Retorno (TR) foi obtida pela divisão da MB pelo COE:  $TR = MB / COE$ . A Margem de segurança (MS) é resultante da subtração do COE

da RB, dividido pela RB dada em porcentagem:  $MS = (RB - COE) / RB * 100$ . O Custo Benefício (CB) foi calculado pela divisão da RB pelo COE:  $CB = RB / COE$ . Os resultados econômicos foram obtidos por meio de cálculos em planilhas elaboradas no Excel MICROSOFT CORPORATION, (2013), comparadas por meio de análise descritiva.

## 2.8. Estatística

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, utilizando cinco tratamentos e oito repetições. Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (*General Linear Model*), análise de regressão através do procedimento REG do SAS® (2002) e para as comparações das médias, foram aplicados contrastes ortogonais (Tratamento 0,0% vs 7,5; 15,0; 22,5 e 30%).

## 3. Resultados e Discussão

O CMS g/dia não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão de RAG na dieta; no entanto, o consumo de matéria orgânica (CMO) apresentou efeito de contraste ortogonal (Tabela 3), onde o tratamento controle apresentou menor CMO. A média de 1,323 kg/dia de CMS encontrada entre os tratamentos dessa pesquisa foi a mesma recomendada pelo NRC (2007) para animais com média de peso de 40 kg, consumindo 3,31% do PV, obtendo ganhos diários de 250 g.

Tabela 3. Consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína (CPB), matéria orgânica (CMO), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), material mineral (CMM) e de carboidrato não fibrosos (CCNF) por ovinos Santa Inês em função dos níveis de inclusão do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta

Consumo	Níveis de Inclusão (%)					EPM	Linear	Quad
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00			
<i>CMS</i>								
kg/dia	1,234	1,360	1,277	1,401	1,344	0,145	0,1213	0,4229
%PV	4,43	4,60	4,39	4,73	4,75	0,211	0,1769	0,1859
g MS/kg PV <sup>0,75</sup> /dia	101,67	107,22	101,80	110,28	109,42	5,805	0,1114	0,5435
CMO, g/dia	1152,50*	1272,50	1198,75	1321,25	1272,50	0,136	0,0693	0,4471
CMM, g/dia	81,53	86,02	76,70	79,84	71,64	0,009	0,0500	0,1869
CPB, g/dia	195,00	211,50	198,64	216,37	207,13	0,022	0,2335	0,4502
CEE, g/dia	38,75*	50,00	57,50	73,75	81,25	0,007	<,0001 <sup>1</sup>	0,8940
CFDN, g/dia	597,50	654,87	608,82	666,70	623,54	0,069	0,2895	0,4151
CCHOT, g/dia	918,75	1010,00	943,75	1033,75	986,25	0,108	0,2057	0,4132
CCNF, g/dia	322,50	352,50	336,25	366,25	351,25	0,039	0,1115	0,4050
CNDT, g/dia	1008,75	1092,5	1011,25	1092,5	1031,25	0,116	0,7338	0,4192

CEE, g/dia  $^3y = 0.03850 + 0.00145x$  ( $R^2 = 0,99$ ); \*contraste ortogonal = controle vs níveis de inclusão de RAG; EPM = erro padrão da média; Quad = quadrática

O teor de consumos médio de 4,58% do PV indica uma boa palatabilidade pelo RAG, confirmando os resultados de Lousada Júnior et al. (2005), que, avaliando o consumo de resíduo agroindustrial desidratado e integral de goiaba, como alimento exclusivo para ovinos SRD deslanados, encontraram valores para o CMS expressos em %PV (4,4) e g MS/kg PV<sup>0,75</sup> (106,8).

Comportamento similar ao CMS foi observado para os consumos de MO, MM, PB, FDN, CHOT, CNF e NDT, expressos em g/dia, o que é justificado pela semelhança dos teores desses nutrientes nos ingredientes comparados, RAG e feno de tifton, e consequentemente, nas dietas formuladas (Tabela 1 e 2). É importante ressaltar que a eficiência de consumos de nutrientes estão muito próximos dos estimados nas dietas experimentais, o que demonstra que não houve seleção de alimentos pelos animais.

As dietas experimentais apresentaram o CMS e CPB de 50% e 47%, respectivamente, superiores aos consumos estimados pelo NRC (2007) para obtenção de ganho de 250 g/dia.

O consumo de extrato etéreo (CEE) apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,001$ ), onde todos os tratamentos se mostraram superiores a dieta controle. Ao elevar os níveis de RAG na dieta, o CEE aumentou linearmente ( $\hat{Y} = 0,03850 + 0,00145x$ ), mostrando que o teor de gordura presente no RAG (Tabela 1) foi disponibilizado para os animais. Assim, com 30% de RAG, o CEE apresentou aumento de 109,68% do tratamento controle.

O coeficiente de digestibilidade de matéria seca (CDMS) e dos nutrientes das dietas experimentais estão dispostos na Tabela (4). O CDMS diminuiu linearmente ( $P < 0,001$ ) com a inclusão de RAG na dieta. Esta digestibilidade foi igual a encontrada por Hassan et al. (2016) quando utilizou RAG até o nível de 20% na dieta de ovinos, porém nossa pesquisa mostra que a partir deste nível o CDMS começa a diminuir. A explicação pode ser dada devido aos maiores teores de lignina e FDA nas dietas, que pode dificultar ataques microbianos, diminuindo a degradabilidade e consequentemente o coeficiente de digestibilidade das dietas (Braga et al., 2016).

Para a digestibilidade dos nutrientes, apenas o CDPB não apresentou diferença significativa ( $P > 0,001$ ) entre os tratamentos, mostrando que os teores de tanino nas dietas, advindo do RAG, não foram suficientes para serem complexados as proteínas e diminuir sua digestibilidade. Além de que, a vitamina C pode ter dificultado a desnaturação oxidativa das proteínas (Seven, 2008). Os resultados encontrados nesta pesquisa foram melhores do que os encontrados por Hassan et al. (2016), no entanto, a digestibilidade do RAG depende de fatores como as variedades de plantas, a composição e os métodos de processamento.

Tabela 4- Coeficiente de digestibilidade *in situ* da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), carboidratos totais (DCHOT) e de carboidrato não fibrosos (DCNF) em função dos níveis de inclusão do Resíduo Agroindustrial de Goiaba (RAG) na dieta.

Características	Níveis de substituição (%)					EPM	Linear	Quad
	0	7,50	15,00	22,50	30,00			
CDMS	60,71a*	61,00a	58,28ab	56,67b	55,55b	2.5395	<.0001 <sup>1</sup>	0.6132
CDMO	61,77a*	61,75a	59,13ab	57,09b	55,84b	2.5130	<.0001 <sup>2</sup>	0.5736
CDPB	69,80	71,34	71,08	70,61	73,37	2.9027	0.0632	0.6043
CDEE	75,90c*	77,84cb	77,01cb	80,46ab	83,47a	2.5700	<.0001 <sup>3</sup>	0.0700
CDFDN	52,75b*	56,79ab	58,36a	58,35a	61,44a	3.5542	<.0001 <sup>4</sup>	0.3404
CDCHOT	59,46a*	58,87ab	55,54bc	52,63cd	49,97d	2.7163	<.0001 <sup>5</sup>	0.3038
CDCNF	71,65a*	62,67ab	54,98b	40,38c	28,53d	7.5532	<.0001 <sup>6</sup>	0.2050

<sup>1</sup>CDMS = 61.37250 - 0.19548x (R<sup>2</sup> = 0,92); <sup>2</sup>CDMO = 62.41775 - 0.22013x (R<sup>2</sup> = 0,95); <sup>3</sup>CDEE = 75.38500 + 0.23678x (R<sup>2</sup> = 0,85); <sup>4</sup>CDFDN = 53.74850 + 0.26607x (R<sup>2</sup> = 0,90); <sup>5</sup>CDCHOT = 60.34050 - 0.33642x (R<sup>2</sup> = 0,97); <sup>6</sup>DCNF = 73.34700 - 1.44712x (R<sup>2</sup> = 0,99); \*contraste ortogonal = controle vs níveis de inclusão de RAG  
EPM = erro padrão da média; Quad = quadrática

Os coeficientes de digestibilidade de EE (CDEE) e FDN (CDFDN) aumentaram, corroborando com os resultados encontrados por Kamel et al. (2016). O aumento da digestibilidade do EE pode ser explicado devido ao maior consumo deste nutriente na dieta. Já o FDN pode estar atribuído ao RAG apresentar menores proporções de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), entorno de 0,69% e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), entorno de 0,45% (Braga et al., 2016). Diferente do feno de tifton, que se encontram por volta de 5,70 e 7,57%, respectivamente (Valadares Filho et al., 2017). Indicando que o RAG apresenta alta disponibilidade de nitrogênio para os microrganismos do rúmen (Braga et al., 2016). Enquanto que os coeficientes de digestibilidade de carboidratos totais (CDCHOT) e carboidratos não fibrosos (CDCNF) diminuíram, provavelmente devido aos maiores teores de compostos antinutricionais presentes no RAG.

Os valores médios e o EPM do CMS, CFDN e do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com níveis crescentes de RAG são mostrados na Tabela 5. Entre as variáveis observa-se que o ócio, comendo e TTM apresentaram efeito significativo (P<0.05). Os animais passaram mais tempo em ócio no nível de 30% de inclusão e um menor tempo no grupo controle. Porém as médias nos níveis de 7.5; 15.0 e 22.5% de inclusão do RAG foram estatisticamente semelhantes ao grupo controle e ao nível de 30.0%.

Tabela 5. Média dos dados tempos despendidos nas atividades comportamentais contínuas de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba

Parâmetros	Níveis de Inclusão (%)					EPM	P
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00		
Ruminando (minutos/dia)	532,14	548,13	526,25	546,88	535,00	90,60	0,9855
Ócio (minutos/dia)	608,57b*	663,13ab	696,25ab	707,50ab	741,43a	76,06	0,0166
Comendo (minutos/dia)	282,86a*	216,25ab	187,50ab	174,38b	155,00b	70,09	0,0085
Mastigação (minutos/dia)	815,00a*	764,38ab	713,75b	721,25ab	690,00b	69,67	0,0087

\*contraste ortogonal = controle vs níveis de inclusão de RAG; EPM = erro padrão da média

Para a variável comendo observa-se que os animais que receberam dieta com 22.5 e 30% de inclusão de RAG foram menos vezes ao cocho do que os animais do grupo controle, já os animais dos níveis de 7.5 e 15.0% tiveram um comportamento estatisticamente semelhante aos do grupo controle e dos níveis de 22.5 e 30.0% de inclusão do RAG. Os maiores valores para a variável TTM foram encontrados nos níveis de 15.0 e 30.0%.

As variáveis ócio, comendo e TTM apresentaram contraste ortogonal significativo ( $P < 0.05$ ) (Tabela 3), ou seja, com a inclusão do RAG na dieta houve diferença nas respostas dessas variáveis comportamentais comparando com o grupo controle. À medida que aumenta a inclusão de RAG na dieta dos animais observa-se comportamento regressivo linear crescente para a variável ócio, já as variáveis comendo e TTM apresentaram efeito regressivo decrescente com a inclusão do RAG. Os animais que receberam a dieta com 30% de RAG empregaram 51.4% do tempo gasto por dia em ócio e 10.8 % do tempo foi gasto com alimentação. Já os animais do tratamento com 0% de RAG passaram 19.6% do tempo diário comendo e 42.3% em ócio. Os valores médios (1,20 a 1,34 kg dia<sup>-1</sup>) de consumo de MS entre os tratamentos assemelham-se aos preditos (1,05 a 1,32 kg dia<sup>-1</sup>) pelo NRC (2007). Isso mostra que os animais alimentados com níveis maiores de RAG na dieta atenderam os requerimentos energéticos mais rapidamente, já que o CMS e CFDN não foram alterados.

O CFDN é consistente com a não alteração dos valores observados na atividade de ruminação realizada pelos animais em todos os tratamentos, uma vez que a ruminação é considerada uma característica fisiológica que reduz o tamanho de partícula da fibra, de acordo com a dieta, para o melhor uso da ração, e é desencadeada e ritmada pelo tempo que a dieta é fornecida (Miranda et al., 1999). O RAG utilizado neste trabalho era composto por 81,88% de suas partículas com tamanho inferiores a 1,18mm (Nobre, 2017 (dados não publicado)). De acordo com Mertens (1997) e Zebelli et al (2012), partículas de alimento menores que 1,18mm passam pelo rúmen sem a necessidade de ruminação, e esse é o tamanho mínimo para estimular

a atividade de mastigação. A diminuição do tamanho de partícula através da moagem fina aumenta a superfície de exposição ao ataque microbiano, o que incrementa a taxa de digestão das células vegetais potencialmente digestíveis (Gomes et al., 2012). O tempo de ruminação é consideravelmente influenciado pelas características físicas da dieta, como tamanho de partícula (França et al., 2009). Segundo Van Soest (1994), o teor de fibra e a forma física da dieta são os principais fatores que afetam o tempo de ruminação

Nessa pesquisa o último nível de adição do RAG (30%) possuía 1.98% de tanino na dieta, essa quantidade não foi suficiente para interferir negativamente no desempenho dos animais, talvez pelo fato do RAG ter sido moído e, deste modo, disponibilizado os nutrientes que estavam encapsulados pela estrutura da semente da goiaba, principalmente o extrato etéreo que é por volta de 10%.

Alguns autores aconselham que a inclusão de <50 g de taninos condensado/kg de MS é benéfica para o desempenho animal (Mcmahon et al., 2000; Min et al., 2003; Hervás et al., 2003). A inclusão de apenas 25 g de tanino condensado/kg de polpa de alfarroba reduziu as taxas de crescimento em cordeiros (Priolo et al., 2000). Entretanto, quando ingeridos em doses baixas (2-4% da MS) podem levar a efeitos positivos na digestão de ruminantes (McNeil et al., 1998).

Os valores médios e o EPM da eficiência alimentar (EA) e eficiência de ruminação (ER) de ingestão de MS e FDN de cordeiros alimentados com níveis crescentes de RAG encontram-se na Tabela 6. Houve efeito significativo ( $P < 0.05$ ) para as eficiências alimentares, sendo os menores valores apresentados para o grupo controle e os maiores valores no nível de 30% de inclusão de RAG. As eficiências de alimentação também apresentaram contraste ortogonal significativo ( $P < 0.05$ ), ou seja, a medida que foi incluso RAG na alimentação de cordeiros a EA foi aumentando. A EALMS e EALFDN apresentaram efeito regressivo linear crescente.

Tabela 6. Média das eficiências de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba

Parâmetros	Níveis de Inclusão (%)					EPM	Valor de P
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00		
EALMS (g/min)	264,4b*	395,5ab	479,8ab	622,0a	655,5a	236,74	0,0125
ERUMS (g/min)	143,40	149,88	152,14	154,36	155,51	32,30	0,9492
EALFDN (g/min)	127,71b*	190,27ab	229,26ab	295,89a	308,55a	112,10	0,0149
ERUFDN (g/min)	69,234	72,149	72,484	73,390	73,436	15,33	0,9816

<sup>ab</sup>Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste t. \*contraste ortogonal; EPM= erro padrão da média

Ao nível de 30% os animais foram 2.5 vezes mais eficientes do que no grupo controle para EALMS e 2.4 vezes mais eficientes para EALFDN. Esta maior eficiência segue a mesma tendência do CFDN já que a alimentação foi fornecida com um tamanho médio de partícula dos alimentos, pois, no total, a dieta com 30% de RAG era composta por 82,4% do tamanho de suas partículas inferiores a 1,18mm favorecendo a atividade de mastigação dos animais.

A distribuição das atividades pontuais de defecação, urina e bebendo dos cordeiros consumindo níveis crescentes de RAG são mostrados na Tabela 7. Observa-se que não houve efeito significativo ( $P>0.05$ ) de tratamento para a atividade pontual defecação. As atividades urinando e bebendo apresentaram efeito significativo ( $P<0.05$ ), mostrando que os animais foram mais vezes ao bebedouro e urinaram mais vezes no nível de 7.5%.

Tabela 7. Atividades pontuais (número de vezes/ovino/dia) de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba

Parâmetros	Níveis de Inclusão (%)					EPM	Valor de P
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00		
Defecção	12,88	15,25	12,25	16,37	16,37	4,06	0,1412
Micção	11,62	13,12	12,50	11,00	11,25	5,17	0,9153
Ingestão de água (IA)	5,50	6,75	4,62	6,75	5,37	3,03	0,5620

EPM = erro padrão da média

Os valores encontrados para o número de vezes que os animais defecaram não diferenciaram entre os tipos de dietas e isto é diretamente proporcional ao consumo de MS/dia, que também não obtiveram diferenças significativas.

O peso vivo final (PF), ganho de peso total (GT), o ganho de peso médio diário (GMD), e a conversão alimentar (CA) apresentaram contraste ortogonal ( $P<0,05$ ), em que os animais que ingeriram a dieta controle tiveram menores desempenhos (Tabela 8). A conversão alimentar (CA) também apresentou efeito quadrático ( $P<0,05$ ), diminuindo ao passo que se incluía RAG nas dietas (Tabela 5). Os animais com RAG adicionado a dieta obtiveram maiores ganhos de peso refletidos por uma melhor conversão alimentar. Mostrando que o RAG influenciou positivamente nos parâmetros de crescimento, independentemente do nível de inclusão na dieta.

Para o GMD observou-se equação quadrática, com ganho máximo de 339,9 g/dia, ao nível de 18,55% de inclusão de RAG na dieta. O GMD entre os tratamentos com RAG foi de 328 g/dia, o que representa um ganho superior de 22% em relação ao tratamento testemunha, que teve ganho de 269,64 g/dia. O GMD entre os tratamentos com RAG apresentou-se superior (31,2%) ao ganho de peso estimado de 250 g/dia, porém isso é explicado já que o CMS dos

animais nesse experimento foi superior ao estimado pelo NRC (2007). Outro fator pode estar relacionado ao aumento do EE na dieta dos animais nesses tratamentos. E mesmo o tanino e a lignina constituírem em até 1,98% e 7,64% respectivamente, no último nível de adição de RAG na dieta, não foi suficiente para interferir negativamente no desempenho dos animais, já que o RAG foi fornecido de forma moída e, deste modo ter disponibilizado os nutrientes que estavam encapsulados pela estrutura da semente da goiaba, principalmente o EE que é por volta de 10%.

Tabela 8. Desempenho de cordeiros em função dos níveis de inclusão do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta

Características	Níveis de Inclusão (%)					EPM	Linear	Quad
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00			
Peso Inicial, kg	21,31	21,75	21,28	21,54	20,79	2,745	0,6723	0,6465
Peso vivo final, kg	34,29*	37,33	36,88	37,71	35,94	3,289	0,3318	0,0592
Peso vivo médio, kg	27,8	29,54	29,08	29,63	28,36	2,734	0,6918	0,1680
Ganho de peso total, kg	12,98*	15,58	15,6	16,18	15,15	2,611	0,1038	0,0554
Ganho de peso diário, kg	269,64*	329,89	327,25	338,03	317,13	0,053	0,0990	0,0372 <sup>1</sup>
CA (kg MS/kg GPD)	4,75*	4,20	3,92	4,18	4,30	0,657	0,2248	0,0338 <sup>2</sup>

<sup>1</sup>GMD  $y = 274,50 + 7,05x - 0,19x^2$  ( $R^2 = 0,90$ ); <sup>2</sup>CA  $y = 4,73 - 0,08x + 0,00238x^2$  ( $R^2 = 0,92$ ); CA = conversão alimentar; EPM = erro padrão da média; Quad = quadrática; \*contraste ortogonal controle vs níveis de inclusão de RAG

O processo de moagem pode explicar o porquê de Silva et al. (2014) não terem conseguido bons resultados no desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com RAG em até 24,6% na dieta, mesmo tendo sua composição equivalente a do nosso trabalho, pois o resíduo desidratado foi fornecido sem processar, deixando a semente integral. Este mesmo autor em trabalho não publicado encontrou resultados de até 7,91 kg para a CA com 24,6% de RAG na dieta de ovinos SRD. Já em nossa pesquisa a média de CA entre os tratamentos foi de 4,15 kg MS/kg GPD o que mostra um melhor aproveitamento da ração.

Desempenho favorável foram encontrados por Hassan et al. (2016), que trabalhando com ovinos em crescimento apresentaram ganhos de até 243 g/dia com o nível máximo de inclusão de RAG de 20% na MS. No entanto, mesmo apresentando teores nutricionais de energia mais elevado que a nossa pesquisa, esse ganho foi 26% inferior ao que nós encontramos, apresentando também CA bem superior, entorno de 12,26 ao nível de 20%, enquanto nossa pesquisa apresentou CA de 4,24 ao nível de 30% de RAG na dieta.

De acordo Bikrisima et al. (2014), o melhor desempenho está relacionado ao conteúdo de vitamina C e antioxidantes. O RAG também contém um bom perfil de aminoácidos, principalmente arginina, ácido glutâmico, ácido aspártico, glicina e leucina (Habib, 1986), com 12 ácidos graxos melhorando seu valor nutritivo para alimentação (Aly, 1981; Opute, 1978).



Para os parâmetros bioquímicos (Tabela 9) observa-se que não houve efeito significativo ( $P>0.05$ ) dos tratamentos sobre as variáveis albumina, globulina, proteína, albumina/globulina, glicose, ureia, triglicerídeos, creatinina, GGT, AST e cortisol. Entretanto, as variáveis colesterol, T3 e T4 foram influenciadas significativamente ( $P<0.05$ ) pelos níveis de inclusão do resíduo de goiaba na dieta.

Tabela 9. Parâmetros bioquímicos sanguíneos e hormonais de cordeiros machos da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) na dieta

Parâmetros	Níveis de inclusão de RAG (%)					P	EPM
	0,0	7,5	15,0	22,5	30,0		
<i>Bioquímicos</i>							
Albumina (g/dl)	2,90	2,82	2,74	2,99	2,95	0,801	0,62
Proteína total (g/dl)	7,82	7,95	7,93	7,91	8,23	0,922	1,28
Globulina (g/dl)	5,05	5,11	5,08	4,91	5,28	0,980	1,59
Albumina/Globulina	0,64	0,62	0,64	0,70	0,66	0,933	0,30
Glicose (mg/dl)	112,54	113,20	113,48	113,57	113,99	0,995	10,19
Colesterol (mg/dl)	172,97a*	158,78a	147,26b	144,53b	146,72b	0,0007	20,46
Ureia (mg/dl)	62,48	64,91	65,78	65,76	66,57	0,708	8,50
Triglicerídeos (mg/dl)	15,85	15,95	14,68	14,57	13,86	0,284	3,15
Creatinina (mg/dl)	1,36	1,48	1,42	1,39	1,39	0,759	0,29
GGT (UI/L)	55,75	52,44	53,41	52,14	54,63	0,653	7,59
AST (UI/L)	152,38	146,50	150,88	131,79	146,38	0,238	26,22
<i>Hormônios</i>							
Triiodotironina total (ng/mL)	6,98c*	7,29bc	7,99ab	7,93ab	8,30a	<,0001	0,80
Thiroxina total (ng/mL)	19,29c*	19,93cb	20,29bc	20,67ab	21,48a	<,0001	1,14
Cortisol (ng/mL)	7,28	7,48	7,58	7,80	8,12	0,794	2,02

Médias nas linhas seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste de tukey. <sup>1</sup>Gamma Glutamyltransferase = GGT; <sup>2</sup>Aspartato aminotransferase = AST; \*contraste ortogonal controle vs níveis de inclusão de RAG; EPM = erro padrão da média

A glicose apresentou concentração média de 113.36 mg/dL, valor acima do limite de referência (Kaneko et al, 2008). A hiperglicemia observada pode ter sido ocasionada pelas alterações geradas na microbiota ruminal, devido às dietas, culminando em maior produção de propionato e, conseqüente, maior produção de glicose pelo fígado. Porém, não se pode inferir que somente as dietas estudadas são o motivo da hiperglicemia, pois os animais que receberam a dieta controle também apresentaram alta concentração de glicose na corrente sanguínea. Provavelmente, este fato pode ser decorrente do estresse dos animais causado pelo confinamento, adicionado ao manejo na hora da colheita das amostras de sangue, o qual provoca aumento da demanda de glicose pelo organismo (Silva et al., 2014). A concentração de glicose tem pouca variação em função do mecanismo homeostático e da dieta ofertada, exceto em animais com severa desnutrição (González et al., 2000). A síntese de glicose a partir dos ácidos graxos voláteis é dependente do perfeito funcionamento do fígado, uma vez que este órgão é o

regulador da concentração de glicose no sangue e de sua oferta aos tecidos, sendo o único local para a gliconeogênese (Herdt, 2000). Portanto, o fígado deve ser o principal órgão a ser avaliado quanto ao metabolismo energético animal.

A ureia apresentou concentração média de 65.10mg/dL, valor também acima do limite de referência (Kaneko et al, 2008). O registro dos níveis séricos de ureia elevados pode estar relacionado à falta de balanceamento adequado entre os níveis de proteína e energia na dieta, com elevado aporte proteico ou déficit de energia (González et al. 2000), o que levaria a um maior acúmulo de amônia no rúmen, com incremento na formação de ureia pelo fígado (Vieira et al., 2008). Conforme as recomendações do NRC (2007), as exigências diárias de matéria seca, proteína bruta e energia metabolizável de ovinos com 30 kg de peso vivo e ganho de peso de 250 g/dia são de 760g, 139g e 2.39 Mcal/kg, respectivamente.

Para a concentração de colesterol observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos ( $P=0.0007$ ), ou seja, o contraste ortogonal demonstrou ( $P<0.01$ ) que os animais que ingeriram a dieta controle foram os que proporcionaram maiores concentrações de colesterol. Este fato, provavelmente se deve ao aumento da utilização de ácidos graxos para a produção de energia (Rasooli et al., 2004). Entretanto, os valores de colesterol encontrados neste trabalho estão acima dos descritos por Kaneko et al. (2008). Os valores de colesterol normalmente apresentam ampla variação, decorrente de um mecanismo ativo sobre os precursores lipídicos, para a síntese ou catabolismo deste composto, necessário para a formação de membranas celulares e hormônios esteróides (Ribeiro et al. 2003). Além disso, o RAG é composto por ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico e ácido oleico, com 77.35% e 9.42%, respectivamente. Provavelmente, este fato pode ter contribuído para redução do colesterol, devido ao processo de biohidrogenação ruminal ou em decorrência dos taninos presentes no RAG que podem proteger o ácido graxo insaturado e disponibilizá-lo para a absorção no intestino (Uchoa-Thomaz et al., 2014).

A concentração dos hormônios T3 e T4 aumentou à medida que se adicionava mais o RAG na dieta. O contraste ortogonal demonstrou ( $P<0.01$ ) que, os animais que ingeriram a dieta controle foram os que proporcionaram menores concentrações de T3 e T4. Os hormônios da tireóide agem em todos os tecidos do corpo e seus principais efeitos são: o aumento da taxa de metabolismo basal; disponibilidade de mais glicose para as células; estímulo da síntese de proteína e o aumento do metabolismo lipídico (Todini et al., 2007). De acordo com a composição das dietas (Table 1) os níveis de extrato etéreo aumentaram com a inclusão do RAG na dieta. Isto, provavelmente, pode ter aumentado o metabolismo das lipoproteínas no intestino e principalmente no fígado. Entretanto, é importante destacar que não existe

informação na literatura sobre o efeito da alimentação utilizando o RAG nos parâmetros sanguíneos e hormonais de ovinos.

A glicose apresentou concentração em média de 113,36 mg/dL, estando esse valor acima dos valores considerados normais por Kaneko et al. (2008). A hiperglicemia encontrada pode ter sido ocasionada pelas alterações geradas na microbiota ruminal devido às dietas, culminando em maior produção de propionato e consequente maior produção de glicose pelo fígado. Porém, não se pode inferir que somente as dietas estudadas são o motivo da hiperglicemia, já que nos animais que receberam a dieta controle também foi evidenciada hiperglicemia, que pode ser explicada devido ao estresse causado nos animais por estarem confinados, adicionado ao manejo na hora da colheita das amostras de sangue, que gerou aumento da demanda de glicose pelo organismo (Silva et al., 2014).

A ureia apresentou concentração média de 65,10mg/dL, estando esse valor acima dos valores considerados normais por Kaneko et al. (2008). Um nível de ureia alto indica tanto um excesso de proteína, quanto um déficit energético. O registro de níveis séricos de ureia elevados pode estar relacionado à falta de balanceamento adequado entre os níveis de proteína e energia da dieta, com excessivo aporte proteico ou déficit de energia (Gonzalez et al., 2000), o que levaria a maior acúmulo de amônia no rúmen com incremento na formação de ureia pelo fígado (Vieira et al., 2008).

Para a concentração de colesterol observa-se que houve diferença significativa ( $P=0,0007$ ), em que com a inclusão do RAG os valores foram decrescendo. Apresentou contraste ortogonal, sendo os animais que ingeriram a dieta controle foram os que proporcionaram menores concentrações de colesterol. Isto certamente se deve ao aumento da utilização de ácidos graxos para a produção de energia (Rasooli et al., 2004). Os valores de colesterol encontrados neste trabalho estão acima dos descritos por Kaneko et al. (2008). Os valores de colesterol normalmente apresentam ampla variação, o que pode ser explicado como um mecanismo ativo sobre os precursores lipídicos para a síntese ou catabolismo deste composto, necessário para a formação de membranas celulares e hormônios esteroides (Ribeiro et al., 2003). Além disso, o RAG é predominantemente composto por ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico e ácido oleico, com 77,35% e 9,42%, respectivamente (Uchoa-thomaz et al., 2014). O alto teor de ácidos graxos poliinsaturados depositados na carne é benéfico para a saúde humana, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares Andrade et al. (2016), a qual está diretamente relacionada ao colesterol.

Com base nos dados do presente estudo os aportes protéicos, oriundos da dieta, bem como o funcionamento hepático, estavam adequados.

Os hormônios T3 e T4 apresentaram diferença significativa ( $P < 0,0001$ ) entre os tratamentos. A concentração desses hormônios aumentou ao nível que incluía mais o RAG. Apresentou contraste ortogonal, os animais que ingeriram a dieta controle foram os que proporcionaram menores concentrações de T3 e T4. Os hormônios da tireóide agem em todos os tecidos do corpo e, seu principal efeito é aumentar a atividade metabólica da maioria dos tecidos, aumentando a taxa de processos vitais, tais como o consumo de  $O_2$  e a produção de calor nas células do corpo. Os efeitos globais são o aumento da taxa de metabolismo basal, disponibilizando mais glicose para as células, estimulando a síntese de proteínas, aumentando o metabolismo lipídico (Todini et al., 2007). Não existe informação sobre o efeito da alimentação do RAG nos parâmetros sanguíneos e hormonais de ovinos.

Na Tabela 10 estão dispostos os custos de aquisição e produção dos animais em função dos níveis crescentes de inclusão de RAG nas dietas experimentais. Os custos de cada dieta diminuíram em função da substituição do feno de tifton pelo RAG devido o resíduo se apresentar mais barato do que o feno. O preço da dieta controle ficou por R\$ 1,08/kg e a cada nível de inclusão de RAG o preço da dieta diminuía R\$0,07/kg, chegando ao nível de 30% de RAG com uma diferença de R\$0,29/kg do tratamento controle. Isto representa uma diferença de 27% do tratamento controle e o nível com maior teor de RAG na dieta.

Tabela 10. Discriminação dos custos de produção para aquisição dos animais, alimentação, mão de obra, vermífugo, vacinação e abate.

Custos		Dietas Experimentais (%)				
		0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
Animais	Quantidade (und)	8	8	8	8	8
	Preço (und/R\$)	150	150	150	150	150
	Custo Total (R\$)	1200	1200	1200	1200	1200
Alimentação	CMS <sup>1</sup> (Kg)	474,18	522,21	490,19	537,80	515,63
	Preço kg/Ração (R\$)	1,08	1,01	0,94	0,86	0,79
	Custo/animal (R\$)	64,14	65,85	57,31	57,93	50,80
	Custo total (R\$)	513,16	526,79	458,47	463,44	406,37
Mão de obra (R\$)		56,84	56,84	56,84	56,84	56,84
Vermífugo(R\$)		6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
Vacinação (R\$)		14,40	14,40	14,40	14,40	14,40
Abate (R\$)		30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
COE <sup>2</sup> (R\$)		1806,40	1820,03	1751,71	1756,68	1699,62

<sup>1</sup>CMS = Consumo de Matéria Seca; <sup>2</sup>COE = Custo Operacional Efetivo

O maior custo com alimentação foi encontrado no tratamento com 7,5% de RAG (R\$526,79). Consequentemente, este tratamento também resultou em maior COE (R\$1820,03).

Porém, ao passo que se aumenta RAG na dieta, o custo do COE reduziu. Situação semelhante encontrada por Hassan et al. (2016), trabalhando com RAG na dieta de ovinos em desempenho até o nível de 20% de inclusão na dieta.

Com base nos dados observados na Tabela 11, que apresenta as receitas obtidas com a venda da carcaça inteira, não constituintes da carcaça, pele e cortes especiais. Foi constatado que houve um aumento de na quantidade em kg de carcaça dos ovinos quando consumiram RAG na dieta. As dietas com 7,5% e 30% de inclusão de RAG apresentaram as maiores quantidades de carcaça (130,32kg e 129,87kg, respectivamente), representando um incremento de 15% do tratamento controle. Os componentes comestíveis, não constituintes da carcaça, a exemplo do coração, fígado, pulmão, baço, estômago, intestinos, rins, cérebro e o sangue também apresentaram em maiores quantidades com a inclusão de RAG na dieta. Isto se deve, provavelmente, pelo fato do resíduo deter de um elevado teor de EE, favorecendo o aumento do metabolismo e por consequência o aumento dos órgãos.

Tabela 11. Receitas obtidas com a venda da carcaça inteira, não constituintes da carcaça, pele e cortes

Variáveis		Dietas Experimentais (%)				
		0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
Carcaça inteira (kg)	Quantidade (kg)	112,82	130,32	126,68	125,13	129,87
	Preço (R\$)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Não constituintes da carcaça	Quantidade (kg)	54,42	58,25	55,94	58,73	56,22
	Preço (R\$)	7,50	7,50	7,50	7,50	7,50
Pele	Quantidade (und)	8	8	8	8	8
	Preço (R\$)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Pernil (kg)	Quantidade (kg)	34,08	35,83	36,44	38,28	42,57
	Preço (R\$)	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Paleta (Kg)	Quantidade (kg)	20,21	22,35	21,21	22,16	24,51
	Preço (R\$)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
Pescoço (kg)	Quantidade (kg)	7,63	8,11	7,78	7,97	8,10
	Preço (R\$)	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00
Lombo (kg)	Quantidade (kg)	16,69	17,49	16,54	17,40	19,24
	Preço (R\$)	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00
Costela (kg)	Quantidade (kg)	31,21	35,85	35,53	34,93	40,51
	Preço (R\$)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Renda Bruta do cenário A	(R\$)	2148,47	2439,64	2367,77	2365,46	2417,73
Renda Bruta do cenário B	(R\$)	2974,01	3216,76	3151,24	3254,43	3559,84

Os maiores pesos das carcaças foram diretamente proporcionais aos maiores pesos dos cortes especiais, tratamentos com 7,5% e 30% de RAG. No entanto, é importante ressaltar que

o peso do pernil aumentou linearmente com a inclusão de níveis crescentes de RAG na dieta. Isto proporcionou um incremento médio de 1kg de pernil em cada animal do tratamento com 30% de RAG, comparado com o tratamento 0%. Para os demais cortes o aumento foi de 0,540kg (paleta), 0,060kg (pescoço), 0,320kg (lombo) e 1,160kg (costela) em cada animal do tratamento com 30% de RAG, comparado com o tratamento 0%.

Desta forma, a RB do cenário “A” foi maior no tratamento com 7,5% de RAG (R\$ 2439,64). No entanto, quando realizado os cortes especiais, cenário “B”, a RB foi maior no tratamento com 30% de RAG (R\$ 3559,84), uma diferença de R\$ 1120,00 entre os cenários com maiores RB. As menores RB foram obtidas no tratamento com 0% de RAG em ambos os cenários. E comparando a maior RB do cenário “A” e “B” com o tratamento 0% dos dois cenários a diferença foi de R\$ 291,17 no cenário “A” e R\$ 585,83 no cenário “B”. Reafirmando o benefício econômico da realização dos cortes especiais.

Com relação aos parâmetros da análise econômica comparando os dois cenários (Tabela 12), observa-se uma MB positiva para todas as dietas, mostrando que o estabelecimento sobrevive no curto prazo, ou seja, cobre as despesas diretas; sendo a maior margem encontrada para a dieta que continha 30% de RAG em ambos os cenários “A” (R\$ 718,11) e “B” (R\$ 1843,23), devido ao COE ter sido menor nesse tratamento e a diferença da RB no cenário “A” para o nível de 7,5% ser muito próximo a RB do nível com 30% de RAG na dieta.

Tabela 12. Parâmetros da análise econômica considerando dois cenários de produção. A = (venda da carcaça inteira, pele e constituintes não carcaça) e B = (venda de cortes especiais, pele e constituintes não carcaça).

Resultados	Cenários	Dietas Experimentais (%)				
		0,0	7,5	15,0	22,5	30,0
Custo Operacional Efetivo (R\$)	A	1806,40	1820,03	1751,71	1756,68	1699,62
	B	1824,47	1838,23	1769,23	1774,25	1716,61
Renda Bruta (R\$)	A	2148,47	2439,64	2367,77	2365,46	2417,73
	B	2974,01	3216,76	3151,24	3254,43	3559,84
Margem Bruta (R\$)	A	342,07	619,61	616,05	608,77	718,11
	B	1149,54	1378,53	1382,01	1480,18	1843,23
Taxa de Retorno (R\$)	A	0,19	0,34	0,35	0,35	0,42
	B	0,63	0,75	0,78	0,83	1,07
Margem de segurança (%)	A	15,92	25,40	26,02	25,74	29,70
	B	38,65	42,85	43,86	45,48	51,78
Custo benefício (R\$/dia)	A	1,19	1,34	1,35	1,35	1,42
	B	1,63	1,75	1,78	1,83	2,07

A taxa de retorno (TR) apresentou um crescimento linear nos dois cenários à medida que se incluía RAG na dieta, ou seja, para cada um real (R\$ 1,00) aplicado conseguiu-se R\$

0,19 (0% de RAG) a R\$ 0,42 (30% DE RAG) de retorno para o cenário “A” e R\$ 0,63 (0% de RAG) a R\$1,07 (30% DE RAG) de retorno para o cenário “B”. Estes valores são diretamente proporcionais a MB obtida nos tratamentos. Quando a taxa do empreendimento se apresenta positiva indica que a cada ano o capital investido é recuperado e rende juros iguais a taxa.

A margem de segurança (MS) representa quanto às vendas podem cair sem que a empresa tenha prejuízo, observa-se que a MS foi positiva e com crescimento linear para os dois cenários. Isto significa dizer que o preço de mercado por kg de carne pode cair até 29,70% para a dieta com 30% de RAG no cenário “A”, enquanto que para o cenário “B” o preço de mercado por kg de carne pode desvalorizar até 51,78% no tratamento com 30% de RAG. Para todas as dietas o cenário “B” se mostrou superior.

É observado também que a relação custo:benefício foi favorável (positivo), ou seja para cada um real (R\$ 1,00) investido, o retorno chegou a R\$ 1,42 no cenário “A” e R\$ 2,07 no cenário “B”.

Assim, verifica-se com os resultados apresentados que todos os tratamentos permitiram lucro, pelo menos, em curto prazo, tendo em vista os diversos outros fatores relacionados ao sistema de produção que não foram considerados nesta pesquisa, mas em função dos parâmetros de análise econômica, a participação de até 30% de RAG na dieta mostrou-se a melhor opção econômica em ambos os cenários (“A” e “B”), em função da redução dos gastos com feno de tifton e aumentos dos pesos de carcaça e cortes, que consequentemente favoreceram os aumentos nas margens de ganho.

#### **4. Conclusões**

O resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) pode ser usado efetivamente como ingrediente alimentar de ovinos em níveis de até 30% sem afetar a eficiência dos animais, pois apresenta boa aceitabilidade pelos animais e possui características nutricionais positivas para o desempenho de crescimento dos animais, além de apresentar parâmetros sanguíneos com alterações benéficas para a saúde do animal como diminuição da concentração do colesterol e aumento das concentrações de T3 e T4 que auxiliam no metabolismo dos animais. Destaca-se, também, a grande importância do uso de diferentes marcadores bioquímicos e hormonais na avaliação de ovinos que recebem dietas com diferentes níveis de RAG na sua composição. Além de se mostrar a melhor opção economicamente viável e rentável entre os tratamentos.

## Referências

- Acamovic, T., Brooker, J. D. 2005. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 64:403–412.
- Aly, A. M. 1981. Studies on the unsaponifiable matter of some vegetable oils. Minufiya University, Egypt.
- Andrade, S. F. J., Batista, A. M. V., Carvalho, F. F. R., Lucena, R. B., Andrade, R. P. X., Lima Júnior, D. M., Andrade, S. F. J., Batista, A. M. V., Carvalho, F. F. R., Lucena, R. B., Andrade, R. P. X., Lima Júnior, D. M. 2016. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 38:155–161.
- Araújo, P.B., Andrade, R.P.X., Ferreira, M.A., Batista, A.M.V., Carvalho, C.C.D., Soares, P.C. 2012. Effect of replacement tifton hay (*Cynodon* spp) for castor beans hulls (*Ricinus communis*) based diets of spineless cactus (*Nopalea cochenilifera* Salm Dick) metabolites on the profile of mineral and energy protein in sheep. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 34:327-335.
- Beelen, P. M. G., Berchielli, T. T., Beelen, R., Medeiros, A. N. 2006. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. *Small Ruminant Research*, 61:35–44.
- Bernardino-nicanor, A., Scilingo, A. A., Añón, M. C., Dávila-Ortíz, G. 2006. Guava seed storage protein: Fractionation and characterization. *Food Science and Technology*, 39:902–910.
- Bikrisima, S. H. L., Mahfudz, L. D., Suthama, N. 2014. Production Capacity of Broiler Chickens Fed Red Guava Fruit Meal as Source of Natural Antioxidant. *Jurnal Ilmu & Teknologi Peternakan*, 3.
- Bispo, S. V., Ferreira, M. A., Vêras, A. S. C., Batista, A. M. V., Pessoa, R.A. S. & Bleuel, M. P. (2007). Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 6,1902-1909.
- Braga, A.P.; A.V.A.F. Amâncio; J.S.Gonçalves; L.S.L.C.Assis; C.M.S. Souza; I.S.A.S. Maia and D.G.F. Gerra (2016). Ruminal degradability of agro-industrial fruit residues. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 1, p. 279-292.
- Bürger, P. J., Pereira, J.C., Queiroz, A.C., Silva, J.F.C., Valadares Filho, S.C., Cecon, P.R., Casali, A.D.P., 2000. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with different concentrate levels. *R. Bras. Zootec.* 29, 236-242.
- Campos, R.T. Tipologia dos produtores de ovinos e caprinos no Estado do Ceará. *Revista Econômica do Nordeste*, Fortaleza, v.43, n.1, p.85-112, 2003.
- Carvalho, G.G.P., Pires, A.J.V., Silva, R.R., Veloso, C.M., Silva, H.G.O. 2006. Ingestive behaviour of sheep fed with ammoniated or non-ammoniated elephantgrass silage and agro industrial by-products. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 1805-1812.
- Chang, Y. P., Tan, M. P., Lok, W. L. 2014. Making Use of Guava Seed (*Psidium guajava* L.): The Effects of Pre-treatments on Its Chemical Composition. *Plant Foods Human Nutrition*, 69:43–49.
- Detmann, E., Souza, M., Valadares Filho, S. 2012. Métodos para análise de alimentos (1º ed).



Visconde do Rio Branco: Suprema.

- Gonzalez, F. H., Barcellos, J., Ospina, H., Ribeiro, L. A. 2000. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Org.), Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. (p. 106). Porto Alegre - RS: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Hassan, T.M.M.; Abdel-Fattah, F.A.I. ; Farid, A.S.; Eman R. Kamel. Effect of feeding guava waste on growth performance, diet digestibility, carcass characteristics and production profitability of ossimi lambs. *Egyptian J. Nutrition and Feeds* (2016), 19 (3): 463-475
- Habib, M. A. 1986. Studies on the lipid and protein composition of guava seed (*Psidium guajava*). *Food Chemical*, 22:7–16.
- Herd T.H. 2000. Ruminant adaptation to negative energy balance. *Veterinary's Clinic of North America: Food Animal Practice*, 16:215–230.
- Hoffmann, R.; Serrano, O.; Neves, E.M. et al. Administração da empresa agrícola. 5.ed. São Paulo: Pioneira, 1984. 325p.
- Kamel, E. R., Abdel-Fattah, F., El-Qaliouby, H. S., Mahmoud, E. A. 2016. Response of New Zealand Rabbits to Diet Containing Guava Waste (*Psidium Guajava* L.): 1. Effect on Growth Performance, Diet Digestibility and Economic Efficiency. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, 50:24–35.
- Kaneko, J. J., Harvey, J. W., Bruss, M. 2008. Clinical biochemistry of domestic animals (6<sup>o</sup> ed). San Diego: Academic Press.
- Kononoff, P. J., Heinrichs, A. J., Buckmaster, D. R. 2003. Modification of the Penn State Forage and Total Mixed Ration Particle Separator and the Effects of Moisture Content on its Measurements. *Journal Dairy Science*, 86, 1858-1863.
- Lousada Junior, J. E., Neiva, J.N., Rodriguez, N. M., Pimentel, C. M., Lôbo, R. N. B. 2005. Consumo e digestibilidade aparente do subproduto do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34: 659–669.
- Mdletshe, Z.M., Chimonyo, M., Marufu, M.C.,Nsahlai, I.V., 2017. Effects of saline water consumption on physiological responses in Nguni goats. *Small Rumin Res.* 153, 209-211.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80:1463–1481.
- NRC. (2007). Nutrient Requirements of Small Ruminants. (National Academies Press, Org.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Opute, E. I. 1978. The component fatty acids of *psidium guajava* seedless. *African Journal of Food Agriculture, Nutrition and Development* 29:737.
- Rasooli, A., Nouri, M., Khadjeh, G. H., Rasekh, A. 2004. The influence of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical parameters of cattle. *Journal Veterinary Research*, 5: 1383–1391.
- Reis, R. A., Silva, S. C. 2011. Nutrição de Ruminantes. 2.ed. Funep (Jaboticabal).
- Ribeiro L.A.O., González F.H.D., Conceição T.R., Brito M.A., La Rosa, V.L., Romulo, C. 2003. Metabolic profile of corriedale yearling lambs on native pasture of Southern Brazil.

*Acta Scientiae Veterinariae*, 31:167–170.

- Ribeiro, N. L., Costa, R. G., Pimenta Filho, E. C., Ribeiro, M. N., Crovetto, A., Saraiva, E. P., Bozzi, R., 2016. Adaptive profile of Garfagnina goat breed assessed through physiological, haematological, biochemical and hormonal parameters, *Small Ruminant Reserach*, 144, 236-241.
- Romão, M. M. V.; Ribeiro, J. S.; Costa, J. F. M.; Lima, L. O. G. R.; Lima Júnior, D. M.; Mariz, T. M. A.; Silva, M. J. M. S. Viabilidade econômica do uso de fontes volumosas na dieta de ovinos confinados. *Boletim de Indústria Animal*, v. 74, n. 3 (2017)
- Santos, F.C.O., Mendonça, C.L., Silva Filho, A.P., Carvalho, C.C.D., Soares, P.C., Afonso, J. A. B. 2011. Biochemical and hormonal indicators of natural cases of pregnancy toxemia of in sheep. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31:974–980.
- Sas Institute. 2010. SAS system for Windows. Cary: SAS Institute inc.
- Seven, P.T. (2008). The Effects of dietary Turkish propolis and vitamin C on performance, digestibility, egg production and egg quality in laying hens under different environmental temperatures. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 21, No. 8: 1164 – 1170.
- Silva, J. F. C., & Leão, M. I. 1979. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba-SP: Livroceres.
- Silva, E. P.; Rabello, C. B. V.; Júnior, W. M. D.; Loureiro, R. R. S.; Guimarães, A. A. S.; Lima, M. B.; Arruda, E. M. F.; Barbosa-Lima, R. Análise econômica da inclusão dos resíduos de goiaba e tomate na ração de poedeiras comerciais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 10, n. 4, p. 774-785, 2009.
- Silva, N. V., Costa, R. G., Medeiros, G. R., Medeiros, A. N., Gonzaga Neto, S., Cezar, M. F., Cavalcanti, M. C. 2014. Características de carcaça de ovinos alimentados com subproduto da goiaba. *Archivos de Zootecnia*, 63:25–35.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. 1992. A net carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70: 3562–3577.
- Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B., Barry, T. N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal Science Food Agriculture*, 58:321–329.
- Todini, L., Malfatti, A., Valbonesi, A., Trabalza-Marinucci, M., Debenedetti, A. 2007. Plasma total T3 and T4 concentrations in goats at different physiological stages, as affected by the energy intake. *Small Ruminant Research*, 68:285–290.
- Uchôa-Thomaz, A. M. A., Sousa, E. C., Carioca, J. O. B., Morais, S. M., Lima, A., Martins, C. G., Alexandrino, C.D., Ferreira, P.A.T., Rodrigues, A.L.M., Rodrigues, S.P, Thomaz, J.C.A., Silva, J.N., Rodrigues, L. L. 2014. Chemical composition , fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). *Food Science and Technology*, 34:485–492.
- Valadares Filho, S.C., Machado, P.A.S., Chizzotti, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em [www.ufv.br/cqbal](http://www.ufv.br/cqbal). Acesso em 15 de novembro de 2017.
- Vieira E.L., Batista A.M.V., Mustafa A.F., Araujo, R.F.S., Soares, P.C., Ortolane, E. L., Mori, C. K. 2008. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) cladodes

- on urinary output and electrolyte excretion in goats. *Livestock Science*, 114:354–357.
- Vilela, M.S., Ferreira, M.A., Azevedo, M., Modesto, E.C., Farias, I., Guimarães, A.V., Bispo, S.V., 2010. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill.) for lactating cows: Ingestive behavior. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 15, 1-8.
- Weiss, W.P. (1999). Energy prediction equations for ruminant feeds. In: *Cornell nutrition conference for feed manufacturers*, 61., 1999, Ithaca. *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 61, 176-185.
- Zebeli, Q. et al. Invited review: role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 95, n. 3, p. 1041-1056, 2012.

### **CAPITULO III**

---

**Parâmetros ruminais e morfométricos de rúmen e intestino em cordeiros alimentados  
com resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.)**

**Parâmetros ruminais e morfométricos de rúmen e intestino em cordeiros alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava* L.)**

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) sobre os parâmetros ruminais (pH, N-NH<sub>3</sub> e proteína microbiana - Pmic), ácidos graxos voláteis (AGV) e a histologia do rúmen e intestino de ovinos. Foram utilizados 40 ovinos Santa Inês ( $\pm$  120 dias e  $\pm$ 21,33 kg). Os animais foram alimentados com dietas de 0; 7,5; 15; 22,5; e 30% de inclusão de RAG na dieta completa até atingir 36 kg. Foram avaliados pH, N-NH<sub>3</sub>, Pmic e AGV no líquido ruminal (pré e pós prandial), além das características morfométricas do rúmen e intestino. O desenho experimental foi um DIC (cinco tratamentos x oito repetições). A inclusão de RAG aumentou linearmente o pH, pré e pós prandial ( $P < 0,05$ ), N-NH<sub>3</sub> só apresentou efeito quadrático para os animais em jejum ( $P < 0,0001$ ) com valor máximo de 40 mM ao nível de 12,34%, enquanto que a Pmic apresentou efeito quadrático positivo ( $P < 0,05$ ) para os animais pré e pós prandial. Dentre os AGV's apenas o ácido propiônico apresentou efeito da dieta ( $P < 0,05$ ) após alimentação. Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) para a largura da papila, sendo estimado valor máximo de 393,33  $\mu$ m ao nível de 34,43% de RAG na dieta. No entanto, para o comprimento de papila não foi observado diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Já a área de absorção da papila foi observado um efeito linear decrescente ( $P = 0,0193$ ), em que níveis crescente de RAG na dieta apresentaram menor área de absorção de papilas. A espessura da camada muscular do rúmen foi maior no tratamento controle, no entanto observou-se efeito quadrático com inflexão negativa ao incluir RAG na dieta ( $P < 0,0001$ ). A espessura da mucosa intestinal teve efeito quadrático com inflexão negativa ( $P = 0,0012$ ), em que o aumento se inicia ao nível de 7,13%, obtendo-se camada muscular com 810  $\mu$ m. A inclusão de RAG na dieta de ovinos Santa Inês favoreceu a neutralidade do pH, diminuiu as concentrações de N-NH<sub>3</sub> e Pmic ruminal, aumentou as concentrações de ácido propiônico, diminuiu a espessura da camada muscular do rúmen, no entanto aumentou a mucosa intestinal, a qual favoreceu a maior absorção de nutrientes.

Palavras – chave: AGV, N-NH<sub>3</sub>, morfologia ruminal, mucosa intestinal, pH; Pmic

**Ruminal and morphometric parameters of rumen and intestine in lambs fed with guava agroindustrial waste (*Psidium guajava* L.)**

**Abstract:** The objective of this work was to evaluate the effect of guava agroindustrial waste (GAW) on ruminal parameters (pH, N-NH<sub>3</sub>, and microbial protein - Pmic), volatile fatty acid (VFA) and the histology of sheep rumen and intestine. Four hundred Santa Inês sheep ( $\pm$  120 days and  $\pm$  21.3 kg) were used. The animals were fed diets of 0, 7.5, 15, 22.5, and 30% inclusion of GAW in the complete diet until reaching 36 kg. The pH, N-NH<sub>3</sub>, Pmic and VFA in the ruminal fluid (fasting and post fast) were evaluated, along with the morphometric characteristics of the rumen and intestine. The experimental design was a DIC (five treatments x eight replicates). The inclusion of GAW linearly increased pre- and post-fast pH ( $P < 0.05$ ), N-NH<sub>3</sub> only showed a quadratic effect for fasting animals ( $P < 0.0001$ ), with a maximum value of 40 mM at the level of 12.34%, whereas Pmic presented a quadratic positive effect ( $P < 0.05$ ) for pre- and post-fast animals. There was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for papilla width, with a maximum value of 393.33  $\mu$ m at the level of 34.43% GAW in the diet. However, no significant difference was observed for the papilla length ( $P > 0.05$ ). The papilla absorption area showed a linear decreasing effect ( $P = 0.0193$ ), in which increasing levels of GAW in the diet had a smaller area of papillae absorption. The thickness of the muscular layer of the rumen was higher in the control treatment; however, a quadratic effect with negative inflection was observed when GAW was included in the diet ( $P < 0.0001$ ). The thickness of the intestinal mucosa had a quadratic effect with a negative inflection ( $P = 0.0012$ ), where the increase started at the level of 7.13%, obtaining a muscular layer of 810  $\mu$ m. The inclusion of GAW in the diet of Santa Inês sheep favoured pH neutrality, reduced N-NH<sub>3</sub> and ruminal Pmic concentrations, increased the concentrations of propionic acid, decreased the thickness of the rumen muscular layer, and increased the intestinal mucosa, favouring greater absorption of nutrients.

**Key words:** intestinal mucosa, N-NH<sub>3</sub>, pH, Pmic, ruminal morphology, VFAs

## 1. Introdução

Com a crescente industrialização do Brasil, a produção de resíduos e co-produtos advindos da agroindústria está aumentando. Alguns destes resíduos descartados são considerados poluentes, mas a maioria, podem ser utilizados na alimentação de ruminantes, reduzindo os custos de produção, transformando resíduos de baixo conteúdo nutricional no mercado em produtos de alto valor, como carne e leite.

O uso de resíduos da agroindústria como alternativa de alimentos podem aumentar a viabilidade na produção pecuária, reduzindo os custos de produção, além de reduzir os problemas causados pela eliminação de resíduos no ambiente (Geron et al., 2015).

Dentre as frutas utilizadas na agroindústria, a goiaba é amplamente utilizada na fabricação de bebidas, xarope, sorvete, doces, geléias, caramelo, suco, e produtos desidratados e enlatados (Denny et al., 2013). Após o processamento (despolpamento e a lavagem com água clorada), obtém-se um resíduo composto por casca, polpa e principalmente sementes, que de acordo com Mantovani et al. (2004) e Uchoa-thomaz et al. (2014) representa entre 4 a 12% da massa total dos frutos beneficiados.

A hipótese é que o uso do resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) altera a dinâmica de fermentação do rúmen devido o RAG ter uma maior densidade de massa do que as forragens, e desta forma aumenta a taxa de passagem da digesta. Por outro lado, contém pectina que durante a fermentação não produz ácido láctico no ambiente ruminal, resultando em características fermentativas semelhantes às espécies forrageiras, podendo desta forma melhorar a digestibilidade da maioria dos nutrientes, por proporcionar um ambiente ruminal mais saudável auxiliando a estabilidade do pH ruminal adequado (Müller e Prado, 2004). Por outro lado o RAG tem baixa degradabilidade no ambiente ruminal, que pode interferir na disponibilidade dos nutrientes (carboidratos e proteínas) para a produção de proteína microbiana devido aos altos teores de componentes antinutricionais como tanino e lignina, diminuindo a digestibilidade do alimento (Chang et al., 2014).

Dietas com altos teores de carboidratos rapidamente fermentáveis tendem a produzir altos níveis de ácidos graxos voláteis (Costa et al., 2008), e desta forma proporcionar maior desenvolvimento do epitélio ruminal, mais especificamente das papilas. Já a quantidade e a natureza da fibra são responsáveis pelo tamanho e desenvolvimento muscular do rúmen-retículo e efetivação da ruminação (Furla et al., 2011). O RAG apresenta 73,45% de FDN (Lousada Junior et al., 2006), porém reduzida efetividade devido ser constituído basicamente por sementes. Em contra partida o RAG contém elevado conteúdo de extrato etéreo (10,83%) no

interior da semente (Lira et al., 2011), que é digerido e absorvido no intestino delgado, o que pode alterar a estrutura da mucosa intestinal, a qual está diretamente relacionada ao tipo de dieta oferecida para os animais.

Diante do exposto, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito do RAG na dieta de ovinos sobre os parâmetros ruminais (pH, NH<sub>3</sub>, proteína microbiana e AGV's) e a histologia do rúmen e intestino.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Local do Experimento**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras, Estado da Paraíba, Brasil. A altitude local é 552 m situada entre as coordenadas geográficas 6 ° 41'11 " de latitude sul e 35 ° 37'41 " de longitude a oeste de Greenwich. A temperatura da região varia de um máximo de 36,0 ° C a um mínimo de 18,0 ° C, com uma precipitação média anual de 1200 mm.

### **2.2. Animais, alimentação e manejo**

Foram utilizados 40 cordeiros Santa Inês não castrados, com idade média de 120 dias e peso médio de  $21,33 \pm 2,18$  kg. O experimento durou 63 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e instalações e 48 dias para avaliação de desempenho. Os animais foram inicialmente identificados, pesados, tratados contra ecto e endoparasitas e em seguida distribuídos em baias individuais com área de 1,46 m<sup>2</sup> com acesso livre a comedouros e bebedouros, onde receberam as dietas.

Os tratamentos foram compostos por níveis crescentes de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) nas proporções de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30%. Feno de tifton, milho, soja e suplementos minerais compuseram os demais ingredientes da ração, cujas composições bromatológicas estão dispostas na Tabela 1. O resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava*) cv. Paluma, composto basicamente por sementes, foi doado pela empresa Palmeiron (Belo Jardim – Brazil). A secagem foi realizada ao sol até atingir um teor médio de 10% de umidade. Após a desidratação o RAG foi moído até atingir a forma farelada para uma maior homogeneidade da ração e melhor disponibilidade dos nutrientes



Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg<sup>-1</sup> de matéria seca

Componente	<sup>1</sup> RAG	Feno de Tifton	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca	908,0	902,3	865,8	879,1
Matéria orgânica	886,7	842,1	850,5	816,4
Proteína bruta	91,8	94,2	78,5	490,3
Extrato etéreo	107,5	19,5	59,1	19,0
Fibra em detergente neutro	730,7	800,5	122,9	302,5
Fibra em detergente ácido	620,7	437,9	435,0	99,0
Matéria mineral	21,3	60,2	15,3	62,7
Carboidratos totais	779,4	826,1	847,1	428,0
Carboidratos não fibrosos	48,7	25,6	724,2	125,5
Lignina <sup>2</sup>	197,0	55,0	11,9	15,2

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; <sup>2</sup>Valores da tabela de composição de Valadares Filho et al. (2006)

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007) para atender às necessidades nutricionais, objetivando ganhos de 250 g/dia, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50 (Tabela 2). As dietas experimentais foram ofertadas *ad libitum* nos horários de 8:00 e 16:00 horas, na forma de dieta completa. O alimento ofertado e as sobras foram pesados diariamente para cálculo do consumo voluntário e reajuste da quantidade oferecida, estabelecendo-se 10% de sobras com base na matéria seca.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. A pré-secagem foi realizada em estufa com circulação de ar a 65 °C, por 72 horas, em seguida trituradas em moinho com malha de 1 mm e armazenadas em frascos identificados e hermeticamente fechados e então submetidas a análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), material mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) foram determinados de acordo com os métodos INCT-CA G-003/1; N-001/1; M-001/1; G-004/1; F-002/1 e F-004/1, respectivamente, segundo metodologias descrita por Detmann et al. (2012).

Para estimativa dos carboidratos totais (CHOT), foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  e, para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF), foi usada a equação preconizada por Mertens (1997), em que  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM + \%FDN)$ . Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi adotada a equação descrita por Weiss (1999), em que  $NDT = PBD + EED * 2,25 + CNFD + FDNcpD$ , sendo  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNFD = (CNF \text{ ingeridos} - CNF \text{ fezes})$  e  $FDNcpD = (FDNcp \text{ ingerido} - FDNcp \text{ fezes})$ . Para o cálculo da EM (kcal de EM/kg de MS), inicialmente calcular-se a energia digestível (ED) como o produto entre

o teor de NDT e o fator 4,409/100 considerando a concentração de EM de 82% da ED (Silva e Leão, 1979).

Para determinação da concentração de taninos totais (TT), foi utilizado o método butanol-HCl, descrito por Terrill et al. (1992) e o resultado convertido em % relativa ao tanino de jurema preta, com base na equação de regressão da curva-padrão feita a partir do tanino condensado purificado de jurema preta conforme metodologia proposta por Beelen et al. (2006).

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais

Item	Níveis de inclusão (%)				
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
<i>Ingrediente (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>					
RAG <sup>1</sup>	0,00	75,00	150,00	225,00	300,00
Feno de tifton	500,00	425,00	350,00	275,00	200,00
Grão de milho moído	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Farelo de soja	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
Suplemento mineral	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário calcítico	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Composição química</i>					
MS (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	888,39	888,80	889,22	889,63	890,04
MO (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	840,99	844,32	847,65	850,98	854,31
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	154,79	154,61	154,43	154,25	154,07
EE (g kg <sup>-1</sup> MS)	31,30	37,90	44,50	51,10	57,70
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	489,77	484,54	479,30	474,07	468,83
MM (g kg <sup>-1</sup> MS)	64,53	60,36	56,20	52,04	47,88
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	249,27	262,98	276,69	290,40	304,11
CT (g kg <sup>-1</sup> MS)	748,41	744,91	741,41	737,90	734,40
CNF (g kg <sup>-1</sup> MS)	258,64	260,37	262,10	263,83	265,57
TT (g kg <sup>-1</sup> MS)	0,00	5,00	9,90	14,90	19,80
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	33,77	44,42	55,07	65,72	76,37
EM (kcal/kg MS)	2,48	2,44	2,39	2,34	2,30

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; MM - Material mineral; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; TT - Taninos totais; NDT - Nutrientes digestíveis totais; EM - Energia metabolizável; <sup>2</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 70 g; Cálcio: 140 g; Sódio: 148 g; Enxofre: 12 g; Magnésio: 1.320 mg; Flúor: 700 mg; Zinco: 4.700 mg; Manganês: 3.690 mg; Ferro: 2.200 mg; Cobalto: 140 mg; Iodo: 61 mg; Selênio: 15 mg; Monensina sódica: 100 mg

### 2.3. Análises de líquido ruminal

As análises foram realizadas no Laboratório de Forragem do Centro de Ciências Agrárias - UFPB. Para determinação do pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e proteína microbiana (Pmic) do líquido ruminal. As amostras foram coletadas manualmente, através de sonda esofágica e filtradas em gazes. Os tempos de coleta foram 0 (antes da alimentação matinal) e 4 horas após a alimentação da manhã. O pH do líquido ruminal foi aferido imediatamente após a coleta, utilizando um potenciômetro digital portátil. As amostras do

líquido ruminal foram colocadas em três tubos de eppendorfs de 1,5 mL congelando-os logo após para posterior análise.

As concentrações de amônia foram determinadas de acordo com o método de Chaney e Marbach (1962). Ambos os métodos são baseados em colorimetria, utilizando um espectrofotômetro com os comprimentos de onda de 630 e 660 nm, respectivamente. Para realização das análises as amostras do líquido ruminal foram congeladas em eppendorfs, elas foram descongeladas, depois centrifugadas nos tubos eppendorf de 1,5 mL a 12 000 rpm durante 10 min, onde o sobrenadante foi transferido para um novo tubo eppendorf e congelado para análise posterior de amônia e solução solúvel proteína (péptidos e aminoácidos). Os sedimentos resultantes do procedimento acima foram ressuspensos em solução salina (NaCl a 0,9%) e centrifugados a 12 000 rpm durante 10 minutos, duas vezes consecutivamente. Finalmente, eles foram ressuspensos com água destilada até o volume de 0,6 mL, homogeneizados e congelados para análise posterior da proteína microbiana, por meio do método de Bradford (1976).

Para análise dos ácidos graxos voláteis (AGV), removeu-se 2,0 ml de amostra do meio de cultura de todas as unidades experimentais após 48 horas de incubação que foram colocadas em tubos eppendorf e centrifugadas na microcentrífuga a 5200 x g, por 10 minutos, sendo o sobrenadante congelado para análises de ácidos graxos voláteis (AGV) em um Cromatógrafo Líquido de Alto Desempenho (HPLC), marca SHIMADZU, modelo SPD-10A VP acoplado ao Detector Ultra Violêta (UV) utilizando-se um comprimento de ondas: 210 nm. Utilizando uma coluna C18 marca SHIMADZU com 30 cm x 7.9 mm de diâmetro, com fluxo na coluna de 0,6 mL/minuto. Sobre uma pressão de 69 kgf, sendo a fase móvel água em 1% de ácido orto fosfórico e o volume injetado 20 ul. Foram analisadas as concentrações dos ácidos graxos voláteis acetato, propionato e butirato.

#### **2.4. Morfometria de rúmen e intestino**

O processamento histológico foi realizado no Laboratório de Histologia do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da UFPB/CCA. Após o abate retirou-se os fragmentos do rúmen (1 cm<sup>2</sup>) e intestino duodeno (1 cm) aproximadamente, sendo fixados em formol a 10%, desidratadas em série crescentes de álcool etílico, diafanizados em xilol, infiltradas e incluídas em parafina histológica. A partir dos blocos de parafina foram realizados cortes de 5 µm de espessura em micrótomo e corados pela coloração de Hematoxilina-Eosina (Ramos, 2011).

Para as análises morfométricas de mucosa intestinal, largura de papila ruminal, comprimento de papila ruminal, área de absorção de papila ruminal (altura de papila x largura de papila) e espessura da camada muscular ruminal foram utilizadas amostras de oito animais por tratamento. Foram digitalizadas 4 imagens por animal com objetiva de 5x em microscópio

Olympus BX-60 e câmera Zeiss AxioCam acoplada com programa de captura de imagens digitais Motic Image Plus 2.0. Em cada fotomicrografia foram realizadas 2 mensurações, perfazendo um “n” de 64 por tratamento (Anexo 1).

## 2.5. Estatística

Os dados de N-NH<sub>3</sub>, proteína e pH foram avaliados por meio de análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (*General Linear Model*), análise de regressão pelo procedimento REG do SAS® (2009). Para as variáveis morfométricas foi utilizado o programa Graph Prisma 5,0.

## 3. Resultados e Discussão

Os resultados referentes aos parâmetros de fermentação ruminal (Tabela 3) mostram que mesmo o animal em jejum (0h) houve uma regressão linear decrescente ( $P < 0,05$ ) das concentrações de ácido acético e butírico. Onde, o ácido acético variou de 122,35 mmol/L no tratamento controle para 43,99 mmol/L no tratamento com 30% de RAG na dieta, e o ácido butírico que era de 9,58 mmol/L no tratamento controle passou a ter 2,17 mmol/L ao nível de 30% de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG). O tipo de AGV produzido no rúmen está relacionado a composição da dieta. Independente do período de coleta, pré prandial ou pós prandial o ácido acético sempre se mostrou em maior concentração dos demais ácidos graxos de cadeia curta estudado.

A redução da concentração do ácido butírico, quando se inclui RAG na dieta, pode estar relacionado ao incremento de gordura nas dietas. Estes resultados estão de acordo com a meta-análise de Patra (2014) que mostra um efeito negativo de níveis crescentes de gordura nas dietas de ovinos na proporção de butirato, provavelmente devido à inibição de microorganismos (protozoários e *Butyviribrio fibrisolvens*) envolvidos em sua produção (Hristov et al., 2009). Nas amostras de líquido ruminal dos animais após 4 horas de alimentação, onde se encontra a máxima produção de AGV's no rúmen, apenas o ácido propiônico apresentou efeito da dieta ( $P < 0,05$ ), mostrando que houve maior proporção de CNF nas dietas a partir de 15% RAG. Este fato é decorrente das alterações na proporção de acetato:propionato do rúmen (Firkins Et al., 2006). Além disso, a presença de lipídios insaturados em rações, a exemplo dos tratamentos com maior teor de RAG, pode estimular as bactérias ruminais produtoras de propionato (Van Soest e Demeyer, 1988).

Tabela 3. Parâmetros de fermentação ruminal em ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.

Ácidos		Níveis de inclusão (%)					P value	L	Q
		0%	7,50%	15%	22,50%	30%			
Acético	0h	122,35a*	86,22ab	73,58ab	84,27ab	43,99b	0.0451	0.0049 <sup>1</sup>	0.8057
	4h	154,24	121,91	187,4	171,41	136,86	0.3429	0.8534	0.3708
Propiônico	0h	32,79	35,25	32,67	35,17	19,24	0.3601	0.1784	0.1742
	4h	64,28ab	49,85b	99,23a	82,7ab	92,57ab	0.0370	0.0335 <sup>2</sup>	0.7176
Butírico	0h	9,58a*	7,16ab	6,23ab	5,90ab	2,17b	0.0343	0.0016 <sup>3</sup>	0.7056
	4h	16,12	9,52	14,78	12,29	13,87	0.4595	0.8396	0.4007

$$Y^1 = 113.81281 - 2.11552x \text{ R}^2 = 0,59; Y^2 = 59.83938 + 1.19252x \text{ R}^2 = 0,48; Y^3 = 9.42607 - 0.21440x \text{ R}^2 =$$

Os parâmetros ruminiais pH, N-NH<sub>3</sub> e Pmic (Tabela 4) apresentaram efeito significativo dos tratamentos. Os níveis de RAG nas dietas influenciaram linearmente o pH ruminal, tanto para os animais em jejum (P = 0,0445), quanto para os animais pós prandial (P = 0,0244). O pH é um parâmetro que tem estreita relação com o tipo de alimentação consumida pelo animal, i.e. dietas com maior tamanho de partícula resultam em maior pH do rúmen (Greenwood et al., 1997; Beharka et al., 1998). Porém, nas dietas utilizadas, o RAG apresenta efetividade da fibra menor do que o feno de tifton. No entanto, este resíduo apresenta 0,58 g/100g de pectina (Uchoa-Thomaz et al., 2014), a qual proporciona um ambiente ruminal mais saudável por não produzir ácido lático, diferentemente do amido, cujo padrão de fermentação diminui o pH, tornando os ruminantes propensos a distúrbios metabólicos como a acidose e o timpanismo, em sistemas intensivos (Müller e Prado et al., 2004). Já a redução do pH entre os tempos de coleta está correlacionada com uma produção maior de AGV's, devido a rápida fermentação de carboidratos dietéticos no rúmen, após a alimentação (Zeoula et al., 2006).

Tabela 4. Consumo de matéria seca (kg/dia), pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e proteína microbiana (Pmic) do líquido ruminal de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba.

Variáveis	Níveis de inclusão (%)					EPM	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00			
CMS, kg/dia	1,234	1,360	1,277	1,401	1,344	0,145	0,1213	0,4229
pH 0h	6,89	6,90	6,96	7,03	7,10	0,240	0,0445 <sup>1</sup>	0,1263
pH 4h	6,51	6,46	6,56	6,69	6,77	0,297	0,0244 <sup>2</sup>	0,0606
N-NH <sub>3</sub> mM 0h	30,74*	41,31	39,33	32,71	24,21	10,468	0,0303	<,0001 <sup>3</sup>
N-NH <sub>3</sub> mM 4h	28,63	26,60	38,49	27,21	28,80	8,598	0,9012	0,1970
Pmic mg/dl 0h	76,42*	179,07	112,21	121,91	94,27	59,397	0,7094	0,0203 <sup>4</sup>
Pmic mg/dl 4h	247,24	281,16	250,53	226,60	188,85	50,079	<,0001	<,0001 <sup>5</sup>

Pmic = proteína microbiana; \*contraste ortogonal= controle vs níveis de inclusão de RAG

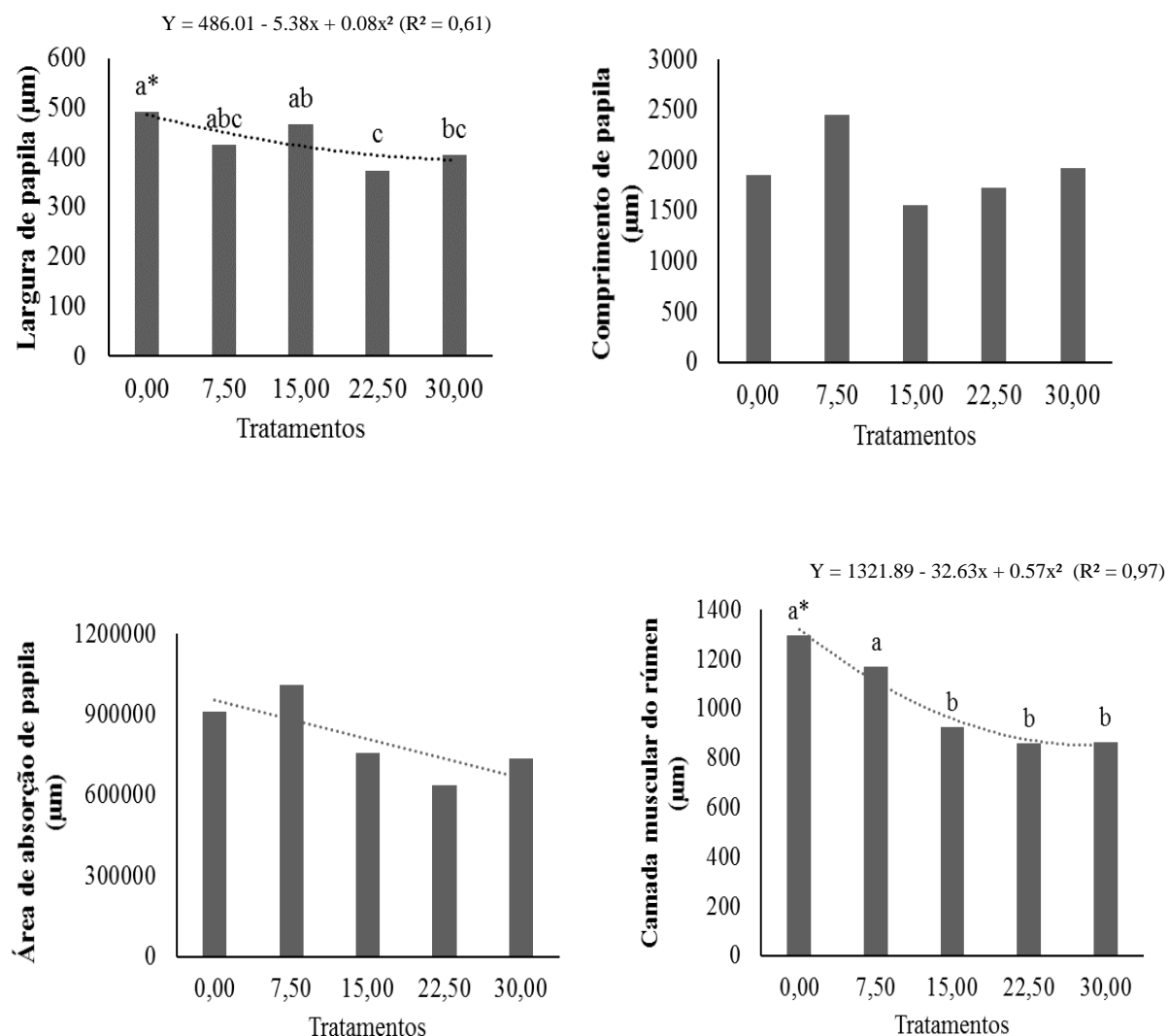
$^1y = 6.86750 + 0.00717x$  ( $R^2=0,96$ );  $^2y = 6.44825 + 0.01010x$  ( $R^2=0,85$ );  $^3y = 31.88176 + 1.34048x - 0.05431x^2$  ( $R^2=0,94$ );  $^4y = 94.78043 + 6.72434x - 0.23369x^2$  ( $R^2=0,41$ );  $^5y = 253.62698 + 2.92043x - 0.17350x^2$  ( $R^2=0,92$ )

Com relação à concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH<sub>3</sub>), foi observado diferença apenas para os animais em jejum (N-NH<sub>3</sub> mM 0h), apresentando tendência quadrática ( $P < 0,0001$ ), obtendo ponto máximo de 40 mM, para o nível de 12,34%. Para os animais pós prandial não foram observados efeitos de dietas. As fontes e quantidades de carboidratos e de nitrogênio na dieta pode determinar as concentrações de NH<sub>3</sub>-N, uma vez que a capacidade das bactérias para sintetizar proteínas e o uso de amônia depende da taxa de fermentação de carboidratos (Van Soest, 1994).

Observou-se que nas dietas com RAG, a concentração de Pmic mg/dl no tempo 4h é praticamente o dobro da Pmic mg/dl no tempo 0h, enquanto que a concentração de N-NH<sub>3</sub> não expressou uma grande diferença entre os períodos pré e pós prandial. As concentrações de Pmic no momento pré prandial foram maiores nos tratamentos com inclusão de RAG. No entanto, foi observado um efeito quadrático com ponto de máximo ao nível de 14,39% de RAG quando a Pmic foi de 143,15 mg/dl, mostrando que a partir desse nível a quantidade de Pmic começou a diminuir gradativamente com a inclusão de RAG nas dietas. Os animais pós prandial apresentaram o mesmo comportamento com efeito quadrático positivo com ponto de máxima ao nível de 8,42% de RAG e Pmic de 265,92 mg/dl. É importante ressaltar que as dietas eram isoproteicas e portanto, essa diminuição da Pmic com inclusão de RAG na dieta é justificada devido a degradabilidade baixa do RAG, por ser constituído de altos teores de fatores antinutricionais como tanino (6,6%) e lignina (19,5%) que dificultam a degradabilidade da fibra. Além disso, o RAG apresenta um menor tamanho de partícula e uma maior densidade de massa específica do que o feno de tifton, aumentando assim a taxa de passagem e diminuindo o tempo de retenção do alimento no trato digestivo.

Nas características morfométricas do rúmen (Figura 1) foi observado efeito quadrático para a largura da papila ( $P < 0,05$ ), estimando-se valor máximo de 393,33  $\mu$ m para o nível de 34,43% de RAG na dieta. Para o comprimento de papila não foi observado diferença significativa ( $P > 0,05$ ). Entretanto, a área de absorção da papila apresentou um efeito linear decrescente ( $P = 0.0193$ ), em que níveis crescente de RAG na dieta representou uma menor área de absorção. O aporte energético das dietas experimentais podem explicar esta diminuição de área de absorção. Dietas com maiores níveis de RAG contêm menores teores de energia, e o desenvolvimento de papilas ruminais estão diretamente relacionadas com a produção total de ácidos graxos voláteis. O propionato (Gálfi et al., 1993) e o butirato estimulam o crescimento papilar, fato que não ocorre com o acetato (Vair et al., 1960; Tamate et al., 1962), corroborando

com os resultados desta pesquisa, uma vez que a pectina presente no RAG proporcionou maior produção de acetato (Meneghetti e Domingues, 2008), interferindo significativamente no desenvolvimento das papilas.



\*contraste ortogonal = controle vs níveis de inclusão de RAG

Figura 1. Largura, comprimento, área de absorção das papilas ruminiais e espessura da camada muscular do rúmen de ovinos em função dos níveis de inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba nas dietas experimentais.

A espessura da camada muscular do rúmen foi maior no tratamento controle, no entanto observou-se efeito quadrático com inflexão negativa ao incluir RAG na dieta ( $P < 0,0001$ ), obtendo-se a menor espessura da camada ao nível de 28,87% com espessura de 850,87  $\mu\text{m}$ . Esta diminuição da camada muscular provavelmente está relacionada diretamente com a

natureza da fibra dietética, já que o FDN da dieta praticamente não diferiu. O tratamento controle é constituído exclusivamente por feno como fonte de volumoso e este alimento possui uma maior quantidade de fibra efetiva do que o RAG, e o tamanho de partícula tem relação direta com a motilidade ruminorreticular, ou seja quanto maiores forem as partículas dos alimentos maior será a motilidade ruminal, o que por sua vez aumenta o desenvolvimento da camada muscular (Berchielli et al., 2011), portanto a redução do feno na alimentação reduziu a camada muscular do rúmen.

A espessura da mucosa intestinal (Figura 2) teve efeito quadrático com inflexão negativa ( $P = 0,0012$ ), na qual o aumento se inicia ao nível de 7,13%, obtendo-se espessura de mucosa com 810  $\mu\text{m}$ . Desta forma, a maior superfície de contato com o alimento encontrada nesta pesquisa foi ao nível de 30% (2158,9  $\mu\text{m}$ ), ou seja 142% de aumento em relação ao ponto mínimo.

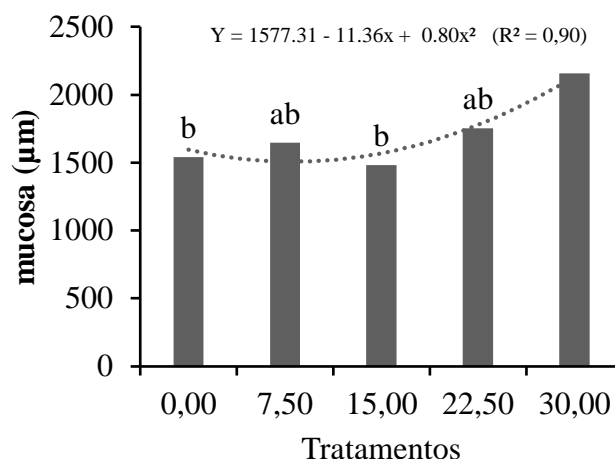


Figura 2. Espessura da mucosa intestinal de ovinos em função dos níveis de inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba nas dietas experimentais

Os níveis crescentes de lipídeos (Tabela 2), de acordo com o aumento de RAG na dieta favoreceu este aumento da mucosa intestinal, visto que os incrementos na mucosa estão associados a uma maior oferta de energia (Montanholi et al., 2013), proporcionando vilosidades mais longas resultando em maior capacidade de absorção de nutrientes pelo intestino (Wang et al., 2009).



#### 4. Conclusões

A inclusão de resíduo agroindustrial da goiaba na dieta de ovinos Santa Inês favoreceu a neutralidade do pH; aumentou a concentração de ácido propiônico e as concentrações de N-NH<sub>3</sub>; diminuiu a concentração de P<sub>mic</sub>; diminuiu a espessura da camada muscular, no entanto aumentou a mucosa intestinal, o que possibilita maior absorção de nutrientes.

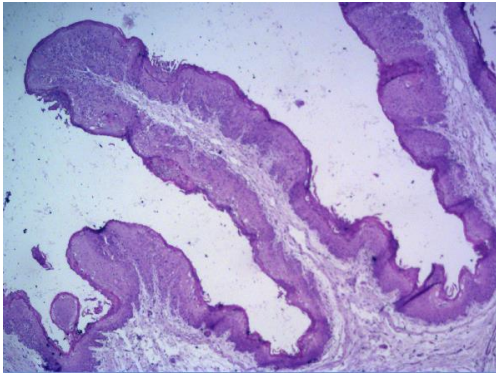
#### Referências

- Beelen, P. M. G., Berchielli, T. T., Beelen, R., Medeiros, A. N. 2006. Influence of condensed tannins from Brazilian semi-arid legumes on ruminal degradability, microbial colonization and enzymatic activity. *Small Ruminant Research*, 61:35–44.
- Berchielli, T.T., Veja-Garcia, A., Oliveira, S.G. 2011. *Nutrição de Ruminantes*. 2.ed. Funep (Jaboticabal).
- Chaney, A. L., Marbach, E.P. 1962. Modified reagents for determination of urea and ammonia, *Clinical Chemistry*, 8:130-132.
- Chang, Y. P., Tan, M. P., Lok, W. L., Pakianathan, S., Supramaniam, Y. 2014. Making Use of Guava Seed (*Psidium guajava* L): The Effects of Pre-treatments on Its Chemical Composition. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69:43–49.
- Costa, S. F., Pereira, M. N., Melo, L. Q., Resende Junior, J. C., Chaves, M. L. 2008. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, 60:1-9.
- Denny, C., Melo, P. S., Franchin, M., Massarioli, A. P., Bergamaschi, K. B., de Alencar, S. M., & Rosalen, P. L. 2013. Guava pomace: a new source of anti-inflammatory and analgesic bioactives. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 13:235.
- Detmann, E., Souza, M., Valadares Filho, S. 2012. *Métodos para análise de alimentos* (1º ed). Visconde do Rio Branco: Suprema.
- Firkins, J.L., Hristov, A.N., Hall, M.B., Varga, G.A., St-Pierre, N.R., 2006. Integration of ruminal metabolism in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 89, E31–E51.
- Furlan, R. L., Macari, M., Faria Filho, D. E. 2011. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal, In: Berchielli, T.T., Veja-Garcia, A., Oliveira, S.G. (Ed.). *Nutrição de ruminantes*, 2 ed, Funep (Jaboticabal).

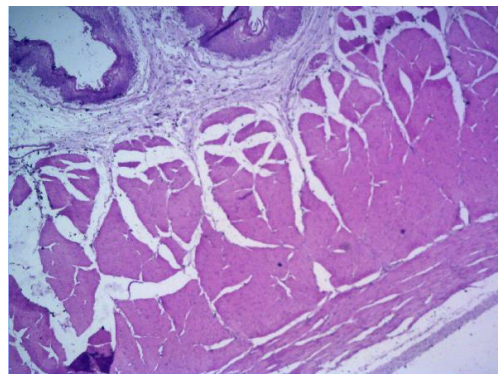
- Gálfi, P., Gabel, G., Martens, H. 1993. Influence of intracellular matrix components on the growth and differentiation of ruminal epithelial cells in primary culture. *Research in Veterinary Science*, 54:102-109.
- Geron, L. J. V., Garcia, J., Costa, F. G., Aguiar, S. C. de, Oliveira, E. B., Silva, M. I. L., Mexia, A. A. 2015. Ruminal parameters and nitrogen balance in sheep fed diets containing residue from the extraction of tamarind pulp. *Semina: Ciências Agrárias*, 36:3411-3420.
- Hristov, A.N., Vander Pol, M., Agle, M., Zaman, S., Schneider, C., Ndegwa, P., Vaddella, V.K., Johnson, K., Shingfield, K.J., Karnati, S.K.R., 2009. Effect of lauric acid and coconut oil on ruminal fermentation, digestion, ammonia losses from manure, and milk fatty acid composition in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 92, 5561–5582.
- Lira, R. C., Rabello, C. B. V., da Silva, E. P., Ferreira, P. V., Ludke, M. C. M. M., Costa, E. V. 2011. Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for broilers chickens at different ages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:1019–1024.
- Lousada Junior, J. E., Costa, J. M. C., Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M. 2006. Caracterizacao fisico-quimica de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentacao animal. *Revista Ciencia Agronomica*, 37:70-76.
- Lowry, O. H., Rosebrough, N. J., Farr, A. L., Randall. 1951. Protein measurement with the Folin phenol reagent, *Journal of Biological Chemistry*, 193:265-275.
- Mantovani, J. R., Corrêa, M. C. de M., Cruz, M. C. P. da, Ferreira, M. E., Natale, W. 2004. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26:339–342.
- Meneghetti, C. C., Domingues, J.L. 2008. Características nutricionais e uso de subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. *Revista Eletrônica Nutritime*, 5:512-536.
- Mertens, D. R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80:1463–1481.
- Montanholi, Y., Fontoura, A., Swanson, K., Coomber, B., Yamashiro, S., Miller, S. 2013. Small intestine histomorphometry of beef cattle with divergent feed efficiency. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55:9.
- Müller, M., Prado, I. N. 2004. Metabolismo da pectina em animais ruminantes - uma revisão. *Revista Varia Scientia*, 4: 45–56.
- Patra, A.K., 2014. A meta-analysis of the effect of dietary fat on enteric methane production, digestibility and rumen fermentation in sheep, and a comparison of these responses between cattle and sheep. *Livest. Sci.* 162, 97–103.

- Ramos, A. H., Santos, L. M., Miglino, M., Peres, J. A., Guerra, R. R. 2011. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cercyon thous*) de vida livre. *Biotemas*, 24:111-119.
- SAS INSTITUTE. 2009. SAS/STAT: user's Guide. Version 9.2. Cary: SAS Institute.
- Silva, J. F. C., Leão, M. I. 1979. Fundamentos de nutrição de ruminantes. Piracicaba-SP: Livrocere.
- Sniffen, C. J., O'Connor, J. D., Van Soest, P. 1992. A net carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, 70:3562–3577.
- Tamate, H., McGilliard, A.D., Jacobson, N.L., Getty, R. 1962. Effect of various dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science*, 45:408-420.
- Terrill, T. H., Rowan, A. M., Douglas, G. B., & Barry, T. N. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentration in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. *Journal Science Food Agriculture*, 58:321–329.
- Uchoa-thomaz, A. M. A., Sousa, E. C., Carioca, J. O. B., Morais, S. M. De, Lima, A. De, Martins, C. G., Rodrigues, L. L. 2014. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 34:485–492.
- Vair, C., Ward, G.M., Frandson, R.D., Flamboe, E.E. 1960. Influence of sodium salts of volatile fatty acids in rumen development in the young calf. *Journal of Dairy Science*, 43:890.
- Valadares Filho, S. C., Magalhães, K. A., Rocha Júnior, V. R. R., Capelle, E. R. 2006. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa.
- Van Nevel, C.; Demeyer, D.I. Manipulation of rumen fermentation. In: HOBSON, H.D. (Ed.). *The rumen microbial ecosystem*. New York: Elsevier Science, 1988. p.387-443.
- Wang, Y. H., Xu, M., Wang, F. N., Yu, Z. P., Yao, J.H., Zan, L.S., Yang, F.X. 2009. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. *Livestock Science*, 122:48-52.
- Zeoula, L. M.; Fereli, F.; Prado, I. N.; Geron, L. J. V.; Caldas Neto, S. F.; Prado, O. P. P.; Maeda, E. M. 2006. Digestibilidade e balanço de nitrogênio com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho como fonte de amido em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2179-2186

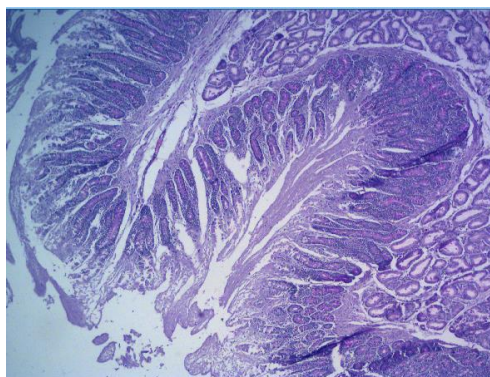
## Anexo



Papila ruminal de ovinos



Camada muscular do rumén de ovinos



Mucosa intestinal de ovinos

## CAPITULO IV

---

**Características de carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com  
resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava* L.)**

**Características de carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com  
resíduo agroindustrial de goiaba (*Psidium guajava* L.)**

**Resumo:** O objetivo desse estudo foi avaliar a influência de níveis crescentes de inclusão do RAG na dieta sob as características da carcaça, composição tecidual da perna e constituintes não carcaça de ovinos, além das medidas biométricas (MB) e suas correlações com as características de carcaça. Foram utilizados 40 cordeiros Santa Inês, machos não castrados. Estes animais foram arraçoados duas vezes ao dia aos níveis de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de RAG, até atingirem peso vivo ao abate de 36 kg. Das características de carcaça apenas o índice de compactidade da carcaça apresentou efeito positivo ( $P > 0,05$ ). Houve efeito ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre os pesos dos cortes de paleta, costela e pernil. E dentre os componentes não carcaça houve aumento do tamanho do fígado e aumento dos depósitos de gorduras. Para as MB apresentaram correlações positivas com as características de carcaça. Portanto, recomenda-se a utilização de RAG na alimentação de cordeiros até o nível de 30% por produzir animais mais compactos, com melhor acabamento de carcaça e maiores pesos dos cortes comerciais e as medições biométricas podem ser utilizadas para prever características de carcaça de ovelhas Santa Inês com diferentes condições corporais.

**Palavras-chave:** abate, confinamento, cordeiros, Santa Inês, medidas biométricas

**Carcass characteristics and non-carcass constituents of sheep fed guava agroindustrial waste (*Psidium guajava* L.)**

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the influence of increasing levels of GAW inclusion in the diet under carcass characteristics, leg tissue composition and non - carcass constituents of sheep, as well as biometric measurements (MB) and their correlations with carcass traits. A total of 40 Santa Inês lambs were used, uncastrated males. These animals were fed twice a day at levels of 0; 7.5; 15; 22.5 and 30% GAW until reaching live weight at slaughter of 36 kg. Of the carcass characteristics, only the carcass compatability index presented a positive effect ( $P > 0.05$ ). There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the diets on the weights of the palette, rib and shank cuts. And among the non-carcass components there was an increase in liver size and an increase in fat deposits. For MBs, there were positive correlations with the carcass characteristics. Therefore, it is recommended to use GAW in feed of lambs up to the level of 30% by producing more compact animals with better carcass finishing and higher weights of commercial cuts and biometric measurements can be used to predict sheep carcass characteristics Santa Ines with different body conditions.

**Key words:** biometric measurements, confinement, lambs, Santa Inês, slaughter

## 1. Introdução

A produção comercial de ovinos de corte tem como meta a obtenção de animais capazes de direcionar grandes quantidades de nutrientes para a produção de músculos, uma vez que o acúmulo desse tecido é desejável e reflete a maior parte da porção comestível de uma carcaça. O conhecimento nutricional de alimentos alternativos que possam ser utilizados na alimentação de cordeiros, com a finalidade de baratear os custos de produção para o produtor rural, torna-se necessário para suprir as demandas do mercado consumidor de carne ovina.

Dentre os alimentos alternativos que têm potencial para serem utilizados na alimentação animal destacam-se os derivados da agroindústria frutífera. A produção mundial de fruta vem crescendo anualmente a uma taxa de cerca de 3% na última década. Em 2011, cerca de 640 milhões de toneladas de frutas foram produzidas em todo o mundo e o Brasil encontra-se como o terceiro maior produtor (FAO, 2013). Esta alta produção gera toneladas de resíduos que são rejeitados, tornando-se prejuízos para o meio ambiente, mesmo podendo ser utilizados como alimentos para o animal. Mas para que esse resíduo possa ser utilizado faz-se necessário analisar a composição bromatológica e possíveis efeitos antinutricionais desses resíduos para os animais.

Das diversas espécies de frutas, a goiaba é produzida em grande escala no Brasil, com aproximadamente 350 mil toneladas. A produção do resíduo agroindustrial de goiaba (RAG) é de cerca de 30% e é composto por polpa, casca e principalmente por sementes (Chang et al., 2014). Na composição bromatológica do RAG encontram-se aproximadamente 9% de PB; 10% de EE; 2,5% de MM e 73% de FDN, além de possuir componentes antinutricionais como lignina e tanino (Chang et al., 2014; Lira et al., 2011; Lousada Júnior et al., 2006).

Das pesquisas realizadas com resíduo agroindustrial de goiaba (RAG) na alimentação de ovinos Lousa Júnior et al. (2006) observaram uma boa palatabilidade do alimento e (Silva et al., 2014) encontram ganhos de 120 g/dia ao nível de aproximadamente 25% de inclusão do RAG na dieta, o que refletiu em um menor desenvolvimento corporal e menor conformação da carcaça quando comparados a níveis menores de inclusão de RAG na dieta. Porém, é no interior da semente da goiaba que se tem a maior quantidade de óleo e para um melhor aproveitamento dos nutrientes é necessário o processo de moagem (Chang et al., 2014). A adição de lipídios às rações de confinamento é utilizada como forma de melhorar o desempenho animal e, consequentemente, reduzir o tempo de abate e aumentar a eficiência do sistema de produção (Pereira et al., 2016).



A hipótese científica desta pesquisa é de que a inclusão de RAG, até o nível de 30% na dieta de cordeiros, poderá influenciar os parâmetros produtivos, características da carcaça e constituintes não carcaça dos animais.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as medidas biométricas e a influência de níveis crescentes de inclusão do RAG sob as características da carcaça, composição tecidual da perna e constituintes não carcaça de ovinos confinados.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Local do Experimento**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras, Estado da Paraíba, Brasil. A altitude local é 552 m situada entre as coordenadas geográficas 6 ° 41'11 " de latitude sul e 35 ° 37'41 " de longitude a oeste de Greenwich. A temperatura da região varia de um máximo de 36,0 ° C a um mínimo de 18,0 ° C, com uma precipitação média anual de 1200 mm.

### **2.2. Animais, alimentação e manejo**

Foram utilizados 40 cordeiros Santa Inês, não castrados, com idade média de 120 dias e peso médio de  $21,33 \pm 2,18$  kg. O experimento teve duração de 63 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e instalações e 48 dias para avaliação de desempenho. Os animais foram inicialmente identificados, pesados, tratados contra ecto e endoparasitas e em seguida distribuídos em baias individuais com área de 1,46 m<sup>2</sup> com acesso livre a comedouros e bebedouros, onde receberam as dietas.

Os tratamentos foram compostos por níveis crescentes de resíduo agroindustrial da goiaba (RAG) nas proporções de 0; 7,5; 15; 22,5 e 30%. Feno de tifton, milho, soja e suplementos minerais compuseram os demais ingredientes da ração, cujas composições bromatológicas estão dispostas na Tabela 1.

O resíduo agroindustrial da goiaba (*Psidium guajava*) cv. Paluma, composto basicamente por sementes, foi doado pela empresa Palmeiron (Belo Jardim – Brazil). A secagem foi realizada ao sol até atingir um teor médio de 10% de umidade. Após a desidratação o RAG foi moído até atingir a forma farelada para uma maior homogeneidade da ração e melhor disponibilidade dos nutrientes.

Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das rações experimentais, g kg<sup>-1</sup> de matéria seca

Componente	<sup>1</sup> RAG	Feno de Tifton	Milho moído	Farelo de soja
Matéria seca	908,0	902,3	865,8	879,1
Matéria orgânica	886,7	842,1	850,5	816,4
Proteína bruta	91,8	94,2	78,5	490,3
Extrato etéreo	107,5	19,5	59,1	19,0
Fibra em detergente neutro	730,7	800,5	122,9	302,5
Fibra em detergente ácido	620,7	437,9	435,0	99,0
Matéria mineral	21,3	60,2	15,3	62,7
Carboidratos totais	779,4	826,1	847,1	428,0
Carboidratos não fibrosos	48,7	25,6	724,2	125,5
Lignina <sup>2</sup>	197,0	55,0	11,9	15,2

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; <sup>2</sup>Valores da tabela de composição de Valadares Filho et al. (2006)

As dietas foram formuladas de acordo com o NRC (2007) para atender às necessidades nutricionais, objetivando ganhos de 250 g/dia, em uma relação volumoso:concentrado de 50:50 (Tabela 2). As dietas experimentais foram ofertadas *ad libitum* nos horários de 8:00 e 16:00 horas, na forma de dieta completa. Neste período de confinamento, a oferta de alimentos e as sobras, bem como os animais, foram pesados para quantificar o consumo de alimentos e desempenho animal, respectivamente.

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais

Item	Níveis de inclusão (%)				
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
<i>Ingrediente (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>					
RAG <sup>1</sup>	0,00	75,00	150,00	225,00	300,00
Feno de tifton	500,00	425,00	350,00	275,00	200,00
Grão de milho moído	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Farelo de soja	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
Suplemento mineral	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário calcítico	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Composição química</i>					
MS (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	888,39	888,80	889,22	889,63	890,04
MO (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	840,99	844,32	847,65	850,98	854,31
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	154,79	154,61	154,43	154,25	154,07
EE (g kg <sup>-1</sup> MS)	31,30	37,90	44,50	51,10	57,70
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	489,77	484,54	479,30	474,07	468,83
MM (g kg <sup>-1</sup> MS)	64,53	60,36	56,20	52,04	47,88
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	249,27	262,98	276,69	290,40	304,11
CT (g kg <sup>-1</sup> MS)	748,41	744,91	741,41	766,61	734,40
CNF (g kg <sup>-1</sup> MS)	258,64	260,37	262,10	292,54	265,57
TT (g kg <sup>-1</sup> MS)	0,00	5,00	9,90	14,90	19,80
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	33,77	44,42	55,07	65,72	76,37
EM (kcal/kg MS)	2,48	2,44	2,39	2,34	2,30

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; MM - Material mineral; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; TT - Taninos totais; NDT - Nutrientes digestíveis totais; EM - Energia metabolizável; <sup>2</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 70 g; Cálcio: 140 g; Sódio: 148 g; Enxofre: 12 g; Magnésio: 1.320 mg; Flúor: 700 mg; Zinco: 4.700 mg; Manganês: 3.690 mg; Ferro: 2.200 mg; Cobalto: 140 mg; Iodo: 61 mg; Selênio: 15 mg; Monensina sódica: 100 mg

### 2.3. Abate e avaliação da carcaça

Quando os animais atingiram o período estabelecido de confinamento foram pesados para obtenção do PVF. Posteriormente, foram submetidos a um jejum sólido de 16 horas. Decorrido este tempo, foram pesados para a obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando a determinação da perda de peso decorrente do jejum (PJ).

O abate foi procedido em concordância com as normas vigentes do RIISPOA (Brasil, 2000) os animais foram insensibilizados por pistola de dardo cativo, por atordoamento seguido de sangria, por quatro minutos, pela seção da carótida e da jugular. O sangue foi recolhido em recipiente previamente tarado para posterior pesagem.

Após esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações metacarpianas e metatarsianas) e registrado o peso da carcaça quente (PCQ). Os componentes internos das cavidades pélvica, abdominal e torácica foram extraídos e tiveram seus pesos registrados. Depois de obtidos o peso de carcaça quente (PCQ), as carcaças foram conduzidas à câmara fria, com temperatura média de 4°C, onde permaneceram por 24 horas suspensas em ganchos pelo tendão do músculo gastrocnêmico, e posteriormente obtendo o peso de carcaça fria (PCF), segundo metodologia de (Cézar & Sousa, 2007).

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do corpo vazio (PCVz) e do rendimento verdadeiro RV (%) =  $PCQ/PCVz \times 100$ . Foram retirados os rins e a gordura perirrenal, que foram subtraídas do PCQ e PCF para calcular os rendimentos de carcaça quente RCQ (%) =  $PCQ/PCA \times 100$ , rendimento de carcaça fria RCF (%) =  $PCF/PCA \times 100$  e o cálculo da perda por resfriamento PR (%) =  $PCQ - PCF/PCQ \times 100$  segundo (Cezar & Sousa, 2007).

Após o período de resfriamento as carcaças foram seccionadas ao meio e as meias-carcaças foram pesadas. Na meia-carcaça esquerda, foram mensurados o comprimento interno e externo, comprimento de perna, perímetro do tórax, perímetro da garupa, profundidade do tórax, largura do tórax e largura de garupa, segundo metodologia proposta por Cezar & Sousa (2007).

Também foram calculados os índices de compacidade da carcaça (ICC) através da fórmula:  $ICC (kg/cm) = PCF/comprimento \text{ interno de carcaça}$ , e o índice de compacidade da perna (ICP), por meio da relação entre a largura da garupa e o comprimento de perna seguirão a escala proposta por Cezar & Sousa (2007).

Após as carcaças serem divididas longitudinalmente, as meias carcaças foram seccionadas em cinco regiões anatômicas que compunham os cortes comerciais, metodologia adaptada de Cezar & Sousa (2007), compostas pelo pescoço, paleta, costela, lombo e pernil. Em seguida o peso individual de cada corte, composto pelos cortes efetuados na meia-carcaça esquerda, foram registrados para cálculo da sua proporção em relação à soma da meia carcaça reconstituída, obtendo-se, assim, o rendimento dos cortes da carcaça.

Na meia carcaça esquerda foi realizado um corte transversal entre 12ª e 13ª costelas, expondo a secção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, cuja área foi tracejada, por meio de marcador permanente, com ponta média de 2,0 mm, sobre uma película plástica transparente, para determinação da área de olho de lombo (AOL).

As carcaças também foram avaliadas subjetivamente mediante apreciação visual, quanto ao grau de acabamento e conformação utilizando-se uma escala de 5 pontos, e para a gordura perirrenal foi usada uma escala de 3 pontos, segundo metodologia proposta por Cezar & Sousa (2007).

Os pernis esquerdos de cada animal foram acondicionados em saco de polietileno de alta densidade e congelados a -18°C para avaliação da composição tecidual. Para determinação desta composição, as pernas esquerdas de cada animal foram dissecadas, conforme metodologia descrita por Brown & Williams (1979), previamente descongeladas gradativamente sendo mantidas à temperatura de aproximadamente 4°C durante 24 horas.

Com o auxílio de bisturi, pinça e tesoura foram separados os seguintes grupos tissulares: gordura subcutânea, gordura intermuscular (toda gordura localizada abaixo da fáscia profunda, associada aos músculos), músculo (peso total dos músculos dissecados após remoção completa de toda gordura intermuscular aderida), osso (peso total dos ossos do pernil) e outros tecidos (todos os tecidos não identificados, compostos por tendões, glândulas, nervos e vasos sanguíneos). Através da dissecação do pernil foram obtidos os pesos e rendimento dos tecidos dissecados, sendo que a porcentagem dos componentes teciduais foi calculada em relação ao peso reconstituído do pernil, após a dissecação. Foram obtidas ainda as relações músculo:osso, músculo:gordura e gordura subcutânea:gordura intermuscular.

Para o cálculo do Índice de musculosidade da perna (IMP) foi realizada a dissecação dos cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps 84êmures*, *Semimembranosus*,

*Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) sendo estes retirados de forma íntegra e posteriormente pesados. O IMP foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:  $IMP = \sqrt{(P5M/CF)} / CF$ , onde P5M representa o peso dos cinco músculos (g) e CF o comprimento do fêmur (cm) (Purchas et al., 1991).

#### 2.4. Medidas biométricas

As medidas biométricas (MB) foram realizadas em todos os cordeiros, vinte e quatro horas antes do abate, mensuradas conforme descrito por Osorio et al. (1998), Santana et al. (2001) e Cezar e Sousa (2007): comprimento corporal (CC), altura da garupa (AG), largura do tórax (LT), largura da garupa (LG), perímetro da perna (PP), perímetro do tórax (PT), comprimento da perna (CP), altura do externo (AE), altura da cernelha (AC), escore da condição corporal (ECC). Para todas as medidas, utilizou-se uma fibra de vidro de fita flexível (Truper®) e um largecaliper de 65 cm (Haglof®). O MB foi expresso em cm, o que foi considerado relacionado à composição da carcaça (Fernandes et al., 2010).

Após o abate, a carcaça foi ponderada (peso de carcaça quente, PCQ) e dividida pela linha mediana dorsal em duas metades e refrigerada por um período de 24 h a 4°C. Subsequentemente, as vísceras e órgãos (VIS:, sangue, fígado, coração, rins, pulmões, intestinos vazios, vesícula biliar, língua e baço) foram removidos e pesados. A gordura interna (GI) foi constituída pela gordura pélvica (ao redor dos rins e região pélvica) e ao redor do trato gastrointestinal (omental e mesentérico). O trato gastrointestinal (TGI), foram pesados cheios e vazios. O peso de corpo vazio (PCV) foi calculado como o peso do corpo de abate menos TGI. As partes de resíduos da carcaça (OFF) foram ponderadas (pele, cabeça, pés, cauda, gordura interna, testículos e sangue).

#### 2.5. Estatística

Os dados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância, as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade através do procedimento GLM (*General Linear Model*), análise de regressão pelo procedimento REG do SAS® (2009) . A opção STEPWISE e Cp de Mallow foram usadas na instrução SELEÇÃO para selecionar as variáveis incluídas no modelo. A precisão dos modelos foi avaliada pelo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e a raiz significante erro quadrado (RMSE).

### 3. Resultados e Discussão

Em se tratando das características de carcaça com base nos níveis crescentes de inclusão de RAG na alimentação de cordeiros, observa-se na Tabela 3 que não houve influência ( $P>0,05$ )

sobre as características de carcaça entre os tratamentos. No entanto, o PVF, PVA, PCV, PCQ, PCF e AOL apresentaram contraste ortogonal do tratamento controle versus os demais, revelando que o RAG é uma alternativa de alimento viável na alimentação de ovinos, pois o aumento do teor de extrato etéreo, juntamente com a concentração baixa de tanino presentes no RAG podem ter favorecido o desempenho animal, visto que a suplementação de taninos pode mudar o local da degradação da proteína, aumentando o fluxo de aminoácidos metabolizáveis para o intestino delgado (Min et al., 2003).

O percentual de perda de peso pós-jejum, ou seja PVA, por tratamento variou de 7,90% no tratamento com 0% de RAG a 4,59% com 30% de RAG na dieta. O que quer dizer que devido a dieta do tratamento testemunha ser composta com maior quantidade feno do que os demais resultaram na maior diferença de perda de peso quando comparado aos demais tratamentos.

Tabela 3. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de inclusão de resíduo agroindustrial de goiaba

Variáveis	Níveis de inclusão (%)					EPM	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00			
PVI (kg)	20,41	20,74	21,08	20,65	20,65	2,50	0,8866	0,6641
PVF (kg)	34,29*	37,33	36,88	37,71	35,94	3,29	0,3318	0,0592
PVA (kg)	31,58*	35,30	34,19	35,55	34,29	3,20	0,1315	0,0851
PCV	25,57*	28,92	27,91	29,04	28,02	2,63	0,1099	0,0673
PCQ (kg)	14,51*	16,68	16,13	16,19	16,88	1,69	0,0339 <sup>1</sup>	0,3113
PCF (kg)	14,10*	16,29	15,84	15,64	16,23	1,71	0,0735	0,2118
RCQ (%)	45,99	47,12	47,08	45,62	49,43	2,80	0,1077	0,3116
RB (%)	56,78	57,53	57,69	55,80	60,46	3,25	0,1474	0,2037
RCF (%)	44,71	46,03	46,22	44,06	47,56	2,97	0,2855	0,6282
PPR (kg)	2,79	2,28	1,83	3,40	3,85	2,12	0,1789	0,1613
AOL (cm <sup>2</sup> )	11,53*	12,65	12,78	12,88	13,17	1,56	0,0452 <sup>2</sup>	0,4094

PVI – Peso vivo inicial; PVF- Peso vivo final; PVA- Peso vivo ao abate; PCV – Peso de corpo vazio; PCQ- Peso de carcaça quente; PCF- Peso de carcaça fria; RCQ –Rendimento de carcaça quente; RB- Rendimento biológico; RCF- Rendimento de carcaça fria; PPR- Perda de peso por resfriamento; AOL- Área de olho de lombo. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. \*contraste ortogonal = controle vs RAG ( $P<0.001$ );  $Y^1 = 15,23 + 0,057x$  ( $R^2=0,52$ );  $Y^2 = 11,90 + 0,047x$  ( $R^2=0,78$ )

Quanto aos pesos e rendimentos de carcaça, eles estão de acordo com os trabalhos realizados por Cartaxo et al. (2011) e Souza Júnior et al. (2013), trabalhando com ovinos Santa Inês em confinamento com PVF médio de 36 kg. E encontram-se também de acordo com os resultados de Fonseca et al. (2012) que utilizaram resíduo de macaúba na alimentação de ovinos Santa Inês, um alimento com elevado teor de extrato etéreo e de fibra detergente, características nutricionais equivalentes ao RAG utilizado nesta pesquisa, as quais são variáveis que podem

limitar o uso deste subproduto na alimentação de cordeiro e mudanças nas características de carcaça.

No entanto, Silva et al. (2014) avaliando RAG na dieta de ovinos Santa Inês até o nível de 24,6% obteve dados de desempenho e de características de carcaça bem inferiores aos encontrados neste trabalho. O RAG contém altos teores de lignina e tanino na semente da goiaba por isso a digestibilidade do alimento é diminuída e por consequência influencia negativamente os ganhos de peso dos animais e rendimentos de carcaça. No entanto, supõe-se que a forma fornecida desse alimento na pesquisa de Silva et al. (2014) tenha sido integral (grãos inteiros), não disponibilizou os constituintes nutricionais do alimento contidos dentro da semente, enquanto que em nossa pesquisa o RAG foi moído, tornando um alimento de alto valor nutricional, o qual aumentou a densidade energética da dieta devido ao seu alto teor de extrato etéreo (Tabela 2).

Os rendimentos de carcaça observados nesta pesquisa estão dentro da variação (40% a 50%) descrita por Silva Sobrinho (2001) para ovinos de raças especializadas para produção de carne. A AOL não apresentou diferença entre as dietas ( $P > 0,05$ ). A AOL é altamente correlacionada com a quantidade total de músculo na carcaça de ovinos (Souza Júnior et al., 2013). Esta região é utilizada como indicador de desenvolvimento muscular e quantidade de carne na carcaça (Prado et al., 2004).

Para as medidas morfométricas das carcaças (Tabela 4) a maioria não apresentou efeito ( $P > 0,05$ ) sobre os tratamentos. Mostrando que as características de carcaça não foram afetadas negativamente pelo RAG. Apenas a conformação de carcaça e o índice de compacidade da carcaça aumentaram com adição de RAG na dieta. Isto indica uma maior produção de carne a medida que o RAG foi incluído na dieta. Dados controversos a estes são relatados por Silva et al. (2014).

O ICC foi influenciado pelos tratamentos ( $P < 0,05$ ), onde mostra que a utilização de RAG na dieta proporcionou um acréscimo linear para a deposição de tecido muscular por unidade de área, resultando em carcaças mais volumosas e, consequentemente, em cortes mais atraentes para varejistas e consumidores. Sousa et al. (2009) também encontraram o ICC de 0,22 kg/cm em ovinos Santa Inês. Já o ICP não obteve variação pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4. Medidas morfométricas, índices, espessura de gordura das carcaças de ovinos alimentados com níveis crescentes de resíduo agroindustrial de goiaba

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)					EPM	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00			
Comprimento Externo	56,75	59,25	58,38	57,25	57,88	2,69	0,9352	0,274
Comprimento Interno	63,25	64,31	64,56	64,00	64,13	2,79	0,6374	0,4602
Comprimento de Perna	36,69	36,88	36,00	37,56	36,44	1,58	0,9176	0,9312
Largura de Garupa	20,75	20,88	21,25	21,25	20,81	1,83	0,8027	0,5307
Largura de Tórax	20,31	20,75	20,06	21,25	20,63	2,08	0,6241	0,9275
Perímetro da coxa	35,38	36,11	36,00	35,88	34,13	2,09	0,2514	0,0723
Perímetro de Garupa	57,75	58,75	58,29	58,50	58,31	3,39	0,8122	0,6999
Perímetro de Tórax	69,34	69,50	68,99	68,88	68,88	3,37	0,6710	0,9863
Profundidade de Tórax	24,81	25,25	25,19	25,56	25,13	1,21	0,4826	0,4078
Conformação de Carcaça	2,06*	2,81	2,63	2,75	2,94	0,57	0,0129 <sup>1</sup>	0,2944
Acabamento	2,00*	2,63	2,31	2,56	2,75	0,56	0,0293 <sup>2</sup>	0,6831
ICC (kg/cm)	0,22*	0,25	0,25	0,24	0,25	0,02	0,0399 <sup>3</sup>	0,2643
ICP	0,57	0,57	0,59	0,57	0,57	0,05	0,8237	0,6823

ICC= índice de compactidade da carcaça; ICP= índice de compactidade da perna; \*contraste ortogonal = controle vs RAG (P<0,001);  $Y^1=2,30+0,02250x$  ( $R^2=0,62$ );  $Y^2=2,16250+0,01917x$  ( $R^2=0,57$ );  $Y^3=0,23275+0,00071667x$  ( $R^2=0,37$ )

O peso da meia carcaça fria, assim como o peso da paleta, costela e pernil foram influenciados positivamente pelos tratamentos (P<0,05) (Tabela 5). Os cortes que apresentaram maiores pesos foram ao nível máximo de RAG na dieta. Os rendimentos dos cortes não diferenciaram entre os tratamentos (P >0,05), o que constitui um resultado interessante, já que a tendência atual dos sistemas de venda de carne ovina é utilizar os cortes de carcaça e cortes cárneos como unidades de comercialização em detrimento das carcaças. Estes cortes em peças individualizadas, associados à apresentação do produto, são importantes fatores na comercialização, pois além dos preços diferenciados, permitem melhor aproveitamento da carne (Moreno et al., 2014).



Tabela 5. Peso e rendimento dos cortes comerciais de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de inclusão de subproduto agroindustrial de goiaba

Variáveis	Níveis de substituição (%)					EPM	Valor de P	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00				
Peso da meia carcaça fria, kg	6,63*	7,33	7,18	7,45	8,65	0,79	0,0003	<,0001 <sup>1</sup>	0,0001 <sup>2</sup>
Pescoço, kg	0,95	1,01	0,97	0,99	1,01	0,11	0,7949	0,3913	0,6896
Paleta, kg	1,26*	1,4	1,33	1,38	1,53	0,15	0,0178	0,0043 <sup>3</sup>	0,0136 <sup>4</sup>
Costela, kg	1,95*	2,24	2,22	2,18	2,53	0,27	0,0048	0,0012 <sup>5</sup>	0,0056 <sup>6</sup>
Lombo, kg	1,04	1,09	1,03	1,09	1,20	0,14	0,1584	0,0566	0,075
Pernil, kg	2,13*	2,24	2,28	2,39	2,66	0,22	0,0004	<,0001 <sup>7</sup>	<,0001 <sup>8</sup>
<i>Rendimento dos cortes %</i>									
Pescoço	6,85	6,3	6,29	6,40	6,23	1,05	0,768	0,3194	0,5034
Paleta	18,12	17,35	17,2	17,73	18,96	2,82	0,7367	0,511	0,3597
Costela	28,05	27,71	28,66	27,98	31,26	4,55	0,5214	0,1871	0,2715
Lombo	14,97	13,56	13,48	13,93	14,92	2,57	0,6371	0,9289	0,2830
Pernil	30,56	27,73	29,48	30,73	32,89	4,38	0,2288	0,1297	0,0847

$Y^1 = 6,61 + 0,06x$  ( $R^2 = 0,79$ );  $Y^2 = 0,270 + 0,00136x + 0,00136x^2$  ( $R^2 = 0,85$ );  $Y^3 = 1,28 + 0,007x$  ( $R^2 = 0,68$ );  $Y^4 = 1,30 + 0,0011x + 0,00020x^2$  ( $R^2 = 0,71$ );  $y^5 = 2,00 + 0,015x$  ( $R^2 = 0,71$ );  $Y^6 = 2,02 + 0,011x + 0,00012x^2$  ( $R^2 = 0,71$ );  $Y^7 = 2,10 + 0,016x$  ( $R^2 = 0,9004$ );  $Y^8 = 2,15 + 0,001x + 0,00051x^2$  ( $R^2 = 0,97$ )

\*contraste ortogonal = controle vs RAG ( $P < 0,001$ )

Não foi observado nenhuma diferença para as variáveis avaliadas de tecidos muscular, ósseo e adiposo em relação ao peso dos tecidos reconstituídos da perna ( $P > 0,05$ ) (Tabela 6), com médias de 65,11; 18,12 e 11,51%, respectivamente, proporcionando assim, uma carcaça de qualidade com elevada proporção de músculos, baixa proporção de ossos e quantidade adequada de gordura intermuscular, garantindo a suculência e maciez da carne (Marques et al., 2013)

Tabela 6 – Composição tecidual, relações e índice de musculosidade da perna de ovinos, em função dos níveis de inclusão de subproduto agroindustrial de goiaba

Variáveis	Níveis de inclusão (%)					EPM	Valor de P	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00				
Perna resfriada (kg)	2,14	2,35	2,31	2,29	2,34	0,28	0,5982	0,3521	0,5076
Ossos (%)	18,70	17,9	18,28	17,92	17,78	1,51	0,7427	0,2773	0,5345
Músculo (%)	64,53	64,12	65,38	66,47	65,04	2,43	0,3726	0,2229	0,3810
Gordura (%)	11,27	12,68	11,76	9,84	11,98	2,08	0,1045	0,5727	0,8443
Outros Tecidos (%)	5,50	5,31	4,58	5,77	5,20	1,36	0,5056	0,9268	0,8148
Músculo:Osso	3,48	3,62	3,59	3,73	3,70	0,38	0,7154	0,1917	0,4013
Músculo:Gordura	5,79	5,22	5,87	6,79	5,70	1,16	0,1253	0,3145	0,5436
Musculosidade (g/cm)	0,38	0,39	0,39	0,39	0,39	0,02	0,6153	0,1627	0,2689

A inclusão de RAG influenciou positivamente ( $P < 0,05$ ) no peso do fígado (Tabela 7). O fato é que os níveis de lipídeos nas dietas aumentaram com a inclusão de RAG, favorecendo

o aumento do metabolismo e por consequência o aumento do órgão. Segundo Van Soest (1994) o fígado é responsável pela captação de cerca de 80% do propionato que passa pelo sistema portal, para a conversão em glicose, e pela captação da amônia e sua conversão em ureia, além da síntese e degradação de aminoácidos (Allen & Bradford, 2012).

Tabela 7 – Pesos dos constituintes não-carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de inclusão de RAG na dieta.

Variáveis	Níveis de inclusão (%)					EPM	Valor de P	L	Q
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00				
<i>Constituintes não-carcaça</i>									
Sangue	1,345	1,505	1,475	1,475	1,465	180,46	0,4192	0,2852	0,2345
Rins	0,100	0,100	0,101	0,112	0,118	0,01	0,0777	0,0283 <sup>1</sup>	0,0389 <sup>2</sup>
Cabeça	1,379	1,429	1,437	1,464	1,410	101,07	0,5387	0,3864	0,2509
Fígado	0,572*	0,622	0,613	0,664	0,682	0,07	0,0313	0,0017 <sup>3</sup>	0,0077 <sup>4</sup>
Ap. Respiratório	0,463	0,471	0,460	0,495	0,464	0,06	0,8347	0,7249	0,875
Coração	0,140	0,147	0,140	0,147	0,151	0,02	0,6536	0,2599	0,5026
Baço	0,073	0,077	0,091	0,083	0,095	0,03	0,4904	0,1132	0,2399
Trato Dig. Vazio	2,620	2,803	2,547	2,765	2,517	302,49	0,243	0,6951	0,5648
Patas	0,730	0,796	0,767	0,845	0,787	0,08	0,1174	0,1082	0,1342
Pele	2,570	2,909	2,771	2,835	2,881	350,62	0,3313	0,1686	0,2798
Pâncreas	0,050	0,040	0,042	0,046	0,039	0,01	0,6254	0,8204	0,9749
Diafragma	0,120	0,125	0,130	0,137	0,126	0,03	0,7866	0,3302	0,3988
<i>Gordura interna</i>									
Gord mesentérica	0,264*	0,350	0,350	0,396	0,350	0,09	0,0846	0,0423 <sup>5</sup>	0,0254 <sup>6</sup>
Gord omental	0,347*	0,470	0,497	0,557	0,502	0,12	0,0245	0,0093 <sup>7</sup>	0,005 <sup>8</sup>
Gord perirenal	0,226*	0,305	0,294	0,381	0,366	0,1	0,0305	0,0028	0,0096

\*contraste ortogonal = controle vs RAG (P<0,001)

$Y^1 = 0.103 - 0.00051x + 0.000035x^2$  ( $R^2 = 0,96$ );  $Y^2 = 0,58 + 0.0034x + 0.0000032x^2$  ( $R^2 = 0,91$ );  $Y^3 = 0.26 + 0.011x - 0.0003x^2$  ( $R^2 = 0,89$ );  $Y^4 = 0.35 + 0.017x - 0.0004x^2$  ( $R^2 = 0,95$ );  $Y^5 = 0.23 + 0.008x - 0.00011x^2$  ( $R^2 = 0,86$ )

Quanto aos depósitos de gordura, houve efeito ( $P > 0,05$ ) na deposição interna das gorduras omental e perirenal com inclusão RAG, além de contraste ortogonal do tratamento controle versos os demais tratamentos para todos os depósitos de gordura. Estes resultados são condizentes com os aumentos de peso e rendimentos de carcaça, assim como o aumento do tamanho do fígado. No entanto, é importante ressaltar que o acúmulo de grandes quantidades de gordura visceral não é desejado, pois há aumento das exigências de energia para manutenção, devido à maior taxa metabólica do tecido adiposo e há desperdício da energia fornecida pela dieta, já que esta gordura não é aproveitada para consumo humano (Toldrá et al., 2012).

*Predição de características de carcaça com base em medidas biométricas (MB)*

Na Tabela 8 é apresentado os valores médio, máximo e mínimo das características de MB e carcaça. A gordura interna foi à medida que apresentou a maior variação (24,64% CV) entre as medidas biométricas e características de carcaça estudadas. As variáveis, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria tiveram coeficiente de variação em torno de 11%.

Tabela 8 - Análise descritiva dos dados mensurados nos animais.

Variáveis	$\mu \pm DP$	Máximo	Mínimo
<i>Medidas biométricas</i>			
Comprimento corporal (CC)	64,95 $\pm$ 5,47	85,00	58,00
Altura da cernelha (AC)	66,73 $\pm$ 3,31	75,00	61,00
Altura da garupa (AG)	66,48 $\pm$ 2,84	72,00	60,00
Largura da garupa (LG)	25,38 $\pm$ 1,78	28,00	21,00
Largura do tórax (LT)	24,43 $\pm$ 2,23	29,00	19,00
Perímetro da perna (PP)	17,00 $\pm$ 2,93	23,50	10,90
Perímetro do tórax (PT)	76,53 $\pm$ 3,59	85,00	67,00
Altura do externo (AE)	49,48 $\pm$ 3,08	57,00	43,00
Comprimento da perna (CP)	13,30 $\pm$ 1,07	15,00	10,00
Escore de condição corporal (ECC)	2,90 $\pm$ 0,47	4,00	2,00
<i>Características de carcaça</i>			
Peso de carcaça quente (PCQ)	16,08 $\pm$ 1,81	20,20	12,40
Peso de carcaça fria (PCF)	15,62 $\pm$ 1,81	20,00	11,95
Rendimento de carcaça quente (RCQ)	47,05 $\pm$ 2,98	60,26	38,64
Rendimento de carcaça fria (RCF)	45,72 $\pm$ 3,08	59,60	37,08
Rendimento biológico (RB)	57,65 $\pm$ 3,46	73,88	48,12
Área de olho de lombo (AOL)	12,60 $\pm$ 1,58	15,49	8,78
Gorduras interna (GI)	1,13 $\pm$ 0,28	1,69	0,45
Vísceras (VIS)	0,30 $\pm$ 0,01	0,34	0,28
OFF	0,19 $\pm$ 0,01	0,22	0,17

No presente estudo, as medidas biométricas (MB) foram utilizadas para predizer características *in vivo* e de carcaças de cordeiros Santa Inês, por meio de equações (Tabela 9). As equações de predição das variáveis PVA e PCVZ apresentaram  $R^2$  que variaram de 0,61 – 0,82 e 0,61 – 0,79, respectivamente. As MB incluídas nos modelos para as predições das variáveis de peso foram PT, AG, CP, ECC, PP e AE.

O peso vivo é uma característica muito importante na criação de animais como critério de seleção e medida de lucro econômico. Este peso pode ser afetado pela gestão, meio ambiente e condições de alimentação (Shehata, 2013). O peso vivo (PV) não foi incluído como variável independente devido o mesmo apresentar uma grande variação na carcaça dos animais domésticos (Supriyanton et al., 2012; De Paula et al., 2013). Na equação 1 ( $R^2 = 0,61$ ) que incluem PT foi altamente correlacionada com PV. Yilmaz et al. (2013),

Tabela 9. Equações de regressão para prever algumas características in vivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).

Nº	Equação	RPM	R²	Valor de P
PVA				
1	PVA (Kg)=-21,71(±7,23)+0,73(±0,09)PT	2,11	0,61	<.0001
2	PVA (Kg)=-39,09(±7,10)+0,52(±0,11)AG+0,51(±0,09)PT	1,73	0,74	<.0001
3	PVA (Kg)=-45,49(±7,18)+0,46(±0,11)AG+0,54(±0,09)PT+0,61(±0,25)CP	1,63	0,78	<.0001
4	PVA (Kg)=-37,78(±8,33)+1,35(±0,80)ECC+0,44(±0,11)AG+0,42(±0,11)PT+0,50(±0,25)CP	1,59	0,80	<.0001
5	PVA (Kg)=-38,15(±7,98)+1,81(±0,79)ECC+0,47(±0,11)AG-0,20(±0,10)PP+0,43(±0,10)PT+0,46(±0,24)CP	1,52	0,82	<.0001
PCVZ				
6	PCVZ (Kg)=-18,66(±6,03)+0,61(±0,08)PT	1,76	0,61	<.0001
7	PCVZ (Kg)=-31,55(±6,24)+0,38(±0,10)AG+0,44(±0,08)PT	1,52	0,72	<.0001
8	PCVZ (Kg)=-23,17(±6,72)+1,73(±0,69)ECC+0,35(±0,10)AG+0,30(±0,10)PT	1,42	0,76	<.0001
9	PCVZ (Kg)=-24,66(±6,37)+2,21(±0,68)ECC+0,23(±0,10)AG+0,28(±0,09)PT+0,19(±0,08)AE	1,34	0,79	<.0001

PVA: peso vivo ao abate, PCVZ: peso de carcaça vazia, PT: perímetro do torácico, AG: altura de garupa, CP: comprimento de perna, ECC: escore da condição corporal, AE: altura do externo

Tabela 10. Equações de regressão para prever algumas características de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).

Nº Equação	Equação	RPM	R <sup>2</sup>	Valor de P
PCQ				
10	PCQ (Kg)=-13,49(±4,01)+0,39(±0,05)PT	1,17	0,59	<.0001
11	PCQ (Kg)=-19,41(±4,54)+0,18(±0,07)AG+0,31(±0,06)PT	1,11	0,64	<.0001
12	PCQ (Kg)=-15,25(±5,11)+0,86(±0,52)ECC+0,16(±0,07)AG+0,24(±0,07)PT	1,08	0,67	<.0001
PCF				
13	PCF (Kg)=-14,42(±3,93)+0,39(±0,05)PT	1,15	0,61	<.0001
14	PCF (Kg)=-19,95(±4,49)+0,16(±0,07)AG+0,32(±0,06)PT	1,09	0,65	<.0001
15	PCF (Kg)=-15,47(±5,02)+0,93(±0,51)ECC+0,14(±0,07)AG+0,25(±0,07)PT	1,06	0,68	<.0001
AOL				
16	AOL (Cm)=5,63(±0,35)+0,27(±0,14)LG	1,52	0,1	<.0001
VIS				
17	VISC (Kg)=-0,61(±1,17)+0,07(±0,02)AG	0,31	0,31	0.0002
18	VISC (Kg)=-1,58(±1,14)+0,06(±0,02)AG+0,07(±0,02)LG	0,29	0,43	<.0001
19	VISC (Kg)=-1,47(±1,12)+0,05(±0,02)AG+0,06(±0,03)LG+0,04(±0,02)LT	0,29	0,46	<.0001
OFF				
20	OFF (Kg)=-4,46(±1,62)+0,16(±0,02)PT	0,47	0,59	<.0001
21	OFF (Kg)=-7,12(±1,80)+0,08(±0,03)AG+0,12(±0,02)PT	0,44	0,66	<.0001
22	OFF (Kg)=-6,98(±1,77)-0,02(±0,01)CC+0,08(±0,03)AG+0,14(±0,02)PT	0,43	0,68	<.0001
23	OFF (Kg)=-8,22(±1,83)-0,03(±0,01)CC+0,07(±0,03)AG+0,14(±0,02)PT+0,12(±0,06)CP	0,42	0,71	<.0001
TGORD				
24	TGORD (Kg)=+0,20(±0,24)+0,32(±0,08)ECC	0,24	0,29	0.0003
25	TGORD (Kg)=+0,86(±0,44)+0,38(±0,09)ECC-0,01(±0,007)CC	0,23	0,35	0.0004
26	TGORD (Kg)=+0,10(±0,57)+0,32(±0,09)ECC-0,02(±0,007)CC+0,04(±0,02)LG	0,22	0,41	0.0002
27	TGORD (Kg)=-1,24(±0,91)+0,27(±0,09)ECC-0,02(±0,007)CC+0,03(±0,01)AG+0,04(±0,02)LG	0,22	0,46	0.0002

PCQ: peso de carcaça quente, PT: perímetro de torácico, AG: altura de garupa, ECC: condição de escore corporal, LG: largura de garupa, LG: largura de garupa, LT: largura de tórax, CC: condição corporal, CP: comprimento de perna

encontraram resultados semelhante ( $R^2 = 0,63$ ) a esta pesquisa. O PT parece ser um dos melhores preditores de PV em ruminantes em comparação com outra MB. Na literatura, os estudos relatam elevados coeficientes de correlação fenotípica entre perímetro do tórax e peso vivo (Yilmaz et al., 2013; Bautista-Díaz et al., 2017; Temoso et al., 2017), mas podem ser obtidos melhores resultados quando outras medidas de corpo linear estão incluídas no modelo preditivo.

As medidas biométricas podem ser usadas tanto para estimar o peso vivo e os parâmetros de carcaça, por serem de método prático e barato (Assan et al. 2013). As equações de regressão para prever algumas características de carcaça estão dispostas na Tabela 10. O  $R^2$  para as variáveis de PCQ E PCF variou de 0,59 a 0,68 e as MB correlacionadas positivamente foram as mesmas nas duas variáveis ECC, AG e PT, apresentadas nas equações de 10 a 15. Os rendimentos de carcaça não apresentaram correlação com as MB.

Para a AOL o  $R^2$  se apresentou baixo (0,10) e um EPM de 1,52 e na equação de regressão apenas a LG se apresentou como MB correlacionada. As medidas de MB de AG, LG e LT fizeram parte das equações de predições das vísceras, as quais apresentaram  $R^2$  de 0,31 a 0,46 e EPM de 0,31 a 0,29. Observa-se que tanto para as MB de AOL, vísceras apresentaram de baixa a média correlação, provavelmente por estas variáveis apresentaram grande variação entre os animais.

O OFF com equações que incluíram medidas de PT, AG, CC e CP, obtiveram  $R^2$  que variaram de 0,59 a 0,71. Para as gorduras totais as equações com  $R^2$  variando de 0,29 a 0,46 mostraram como MB o ECC, CC, LG e AG. A variação nos depósitos de gordura corporal deve-se a vários fatores, como raça, sexo, idade e estado de maturidade.

#### **4. Conclusões**

Os animais alimentados com até 30% de inclusão do resíduo agroindustrial da goiaba produziram animais mais compactos, com melhor acabamento de carcaça e maiores pesos dos cortes comerciais.

As medições biométricas podem ser utilizadas para prever características de carcaça de ovelhas Santa Inês com diferentes condições corporais. No entanto, os modelos gerados não devem ser considerados como aplicações gerais para animais de outras raças, sexo e condições fisiológicas (crescimento, gravidez, lactação) diferentes, de modo que são necessários mais estudos em diferentes situações de produção.

## Referências

- Allen, M. S., Bradford, B. J. 2012. Control of food intake by metabolism of fuels: a comparison across species. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 71: 401–409.
- Assan, N., 2013. Bioprediction of body weight and carcass parameters from morphometric easurements in livestock and poultry. *Sci. J. Rev.* 2, 140-150.
- Bautista-Díaz E, Salazar-Cuytun ER, Chay-Canul AJ, Garcia Herrera RA, Piñeiro-Vázquez AT, MagañaMonforte JG,et al. (2017) Determination of carcass traits in Pelibuey ewes using biometric measurements. *Small Ruminant Research* 147: 115-119.
- Brown, A.J., Williams, D.R. 1979. Sheep carcass evaluation: measurement of composition using a standardized butchery method. Langford: Agricultural Research Council; Meat Research Council.
- Cartaxo, F. Q., Sousa, W. H., Costa, R. G., Cezar, M.F., Pereira Filho, J. M.,Cunha, M.G.G. 2011. Quantitative traits of carcass from lambs of different genotypes submitted to two diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:2220–2227.
- Cézar, M. F., Sousa, W. H. 2007. Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação. Editora Agropecuária Tropical (Uberaba).
- Chang, Y. P., Tan, M. P., Lok, W. L. 2014. Making Use of Guava Seed ( *Psidium guajava* L ): The Effects of Pre-treatments on Its Chemical Composition. *Plant Foods for Human Nutrition*, 69:43–49.
- FAO. (2013). The state of food and agriculture, 2013. *Lancet* (Vol. 2). <http://doi.org/ISBN: 978-92-5-107671-2 I>
- Fonseca, M. P., Geraseev, L. C., Rufino, L. M. A., Garcia, I. F. F., Souza, R. M., Costa Neto, P. P. 2012. Use of macaúba cake replacing corn on carcass characteristics and body measurements of Santa Inês lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41:1231–1235.
- Lira, R. C., Rabello, C. B., Silva, E. P., Ferreira, P. V., Ludke, M. C. M. M., Vital, E. 2011. Costa Chemical composition and energy value of guava and tomato wastes for

- broilers chickens at different ages. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40:1019–1024.
- Lousada Júnior, J. E., Costa, J. M. C., Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M. 2006. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*, 37:70–76.
- Marques, R. O., Menezes, J. J. L., Gonçalves, H. C., Medeiros, B. B. L., Rodrigues, L., Canizares, G. I. L., Roça, R. O. 2013. Cut yields, carcass and tissue composition proportion in meat from young goats depending on the breed and slaughter body weight. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 65:1561-1569.
- Moreno, G. M. B, Borba, H., Araújo, G. G. L, Voltolini, T. V., Souza, R. A., Silva Sobrinho, A. G., Buzanskas, M. E., Lima Júnior, D. M. A. 2014. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15:192–205.
- NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants. 2007 (National Academies Press, Org.). Washington, D.C.: National Academies Press.
- Osório, J. C. S.; Osório, M. T. M.; Jardim, P. O. C. Métodos para avaliação de carne ovina in vivo na carcaça e na carne. Pelotas: Ed. UFPEL, 1998. p. 107.
- Pereira, E. S., Mizubuti, I. Y., Oliveira, L. R., Pinto, A. P., Ribeiro, E. L. A., Gadelha, C. R. F., Silva, L. P. 2016. Supplementation with Cashew Nut and Cottonseed Meal to Modify Fatty Acid Content in Lamb Meat. *Journal of Food Science*, 81:2143-2148.
- Prado, C. S., Pádua, J. T., Corrêa, M. P. C., Ferraz, J. B. S., Miyagi, E. S., & Resende, L. S. de. 2004. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. *Ciência Animal Brasileira*, 5, 141–149.
- Purchas, R. W., Davies, A. S., Abdukkah, A. Y. 1991. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of South down sheep. *Meat Science*, 30:81–94.



- RIISPOA – Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. 2000. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hamburger, Anexo IV. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Defesa Agropecuária. Disponível em: Acesso em: 25 de junho de 2015.
- Santana, A. F.; Costa, G.B.; Fonseca, L.S. Correlação entre peso e medidas corporais em ovinos Jovens da Raça Santa Inês. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 1, p.74-77, 2001.
- SAS INSTITUTE. 2009. SAS/STAT: user'sGuide. Version 9.2. Cary: SAS Institute.
- Shehata M. 2013. Prediction of live body weight and carcass traits by some live body measurements in Barki lambs. *Egyptian Journal of Animal Production* 50, 69–75.
- Silva, N. V., Costa, R. G., Medeiros, G. R., Medeiros, A. N., Gonzaga Neto, S., Cezar, M. F., Cavalcanti, M. C. 2014. Características de carcaça de ovinos alimentados com subproduto da goiaba. *Archivos de Zootecnia*, 63: 25–35.
- Silva Sobrinho, A. G. 2001. Criação de Ovinos (2º ed). Funep (Jaboticabal).
- Sousa, W. H., Brito, E. D. A., Medeiros, A. N. 2009. Morphometric and carcass characteristics of kid goats and lambs finished in feedlots. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38:1340-1346.
- Souza Júnior, E. L., Sousa, W. H., Pimenta Filho, E. C., Gonzaga Neto, S., Cartaxo, F. Q., Cezar, M. F., Pereira Filho, J. M. 2013. Effect of frame size on performance and carcass traits of Santa Inês lambs finished in a feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42: 284–290.
- Statistical Analysis System. SAS. 2011. Statistical analysis system: user's guide: statistics. Cary: SAS Institute inc.
- Temoso, O.; Coleman, M; Baker, D.; Morley, P; Baleseng, L.; Makgekgene, A.; Bahta, S. 2017. Using path analysis to predict bodyweight from body measurements of goats and sheep of communal rangelands in Botswana. *South African Journal of Animal Science*, 47, 6.
- Toldrá, F., Aristoy, M. C., Mora, L., Reig, M. 2012. Innovations in value-addition of

edible meat by-products. *Meat Science*, 92: 290–296.

Van Soest, P. J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant* (2<sup>o</sup> ed). Ithaca: Cornell University Press.

Valadares Filho, S. C., Magalhães, K. A., Rocha Júnior, V. R. R., Capelle, E. R. 2006. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 2 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa.

Yilmaz, O., Cemal, I., Karaca, O., 2013. Estimation of mature live weight using somebody measurements in Karya sheep. *Trop. Anim. Health Prod.* 45, 397–403.

## CAPÍTULO V

---

**Qualidade da carne de cordeiros finalizados com resíduo agroindustrial da goiaba  
(*Psidium guajava* L.)**

**Qualidade da carne de cordeiros finalizados com resíduo agroindustrial da goiaba  
(*Psidium guajava* L.)**

**Resumo:** O objetivo deste estudo foi avaliar as características físicoquímicas e sensoriais da carne de cordeiros confinados alimentados com níveis crescentes de resíduo agroindustrial de goiaba (RAG). Os tratamentos utilizados foram: 0; 7,5; 15; 22,5 e 30% de RAG na matéria seca da dieta. As análises físicas de perda por cocção, força de cisalhamento, pH e cor e análises químicas de umidade, cinzas, proteínas e lipídios foram medidas no *Longissimus lumborum* direito, enquanto a análise sensorial foi realizada no lombo esquerdo. Um painel de oito provadores treinados analisou amostras de 40 cordeiros, utilizando um método descritivo quantitativo em um desenho completo e equilibrado totalizando 320 amostras. A inclusão de RAG alterou ( $P < 0,05$ ) a composição química da carne, porém não influenciou ( $P > 0,05$ ) nenhum dos atributos sensoriais avaliados. Independente da adição de RAG nas dietas, as carnes dos ovinos se mostraram macias, tendo a textura a maior nota dentre os atributos com média de 5,94. A aceitabilidade global apresentou elevada correlação com a textura, suculência e sabor ( $R > 0,60$ ), revelando-as como características sensoriais positivas de aceitabilidade para os consumidores. Portanto, o RAG pode ser incluído em até 30% na alimentação de cordeiros sem comprometer as características físicoquímicas e sensoriais da carne.

Palavras-chave: análise físicoquímica; análise sensorial; carne ovina; cor; pH; Santa Inês

## **Meat quality of lambs finished with guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste**

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the performance and meat quality of 40 Santa Inês lambs confined fed with increasing levels (0; 7.5; 15.0; 22.5 and 30.0%) of guava agro-industrial waste (GAW). The analyzes of losses on cooking, colour, pH, moisture, ashes, proteins and lipids were measured in the muscle *Longissimus lumborum*. The sensorial analysis was performed with a panel of eight trained testers using a quantitative descriptive method. The lambs obtained a mean weight gain of 316 g/day consuming 1.32 kg/day of dry matter. The analyzes physical were not affected by the inclusion of GAW. There was a difference ( $P<0.05$ ) among the treatments in chemical composition: moisture and protein decreased, while ash and lipid levels increased with the inclusion of GAW. However, the sensorial characteristics evaluated did not influence with the inclusion of GAW. Therefore, GAW can be included up to 30% in lamb feed without compromising performance, the physical, chemical and sensory characteristics of the meat.

**Keywords:** Colour; pH; proximal chemical analysis; Santa Ines; sensory analysis; sheep meat

## 1. Introdução

A busca de melhorias na produção de carne ovina deve ser encorajada a priorizar o abate de animais jovens para produzir carne com características padronizadas do mercado mundial. Esse mercado é cada vez mais exigente em termos de qualidade do produto (Santos et al., 2011). Portanto, é necessário usar estratégias dietéticas que diminuam os efeitos negativos, sobre o desempenho dos animais, causados pela baixa quantidade e qualidade dos alimentos fornecidos durante a vida produtiva dos animais.

Uma alternativa para diminuir os efeitos negativos sobre o desempenho animal é o uso de resíduos derivados da agroindústria (Henrique et al., 2013, Lima Júnior et al., 2014, Geron et al., 2015). Em todo o mundo, são gerados milhões de toneladas de resíduos de atividades agroindustriais. O Brasil é considerado o terceiro produtor maior de frutas ficando atrás da China e da Índia (FAO, 2010; MAPA, 2012). Entre os alimentos alternativos disponíveis no Brasil, destaca-se a goiaba (*Psidium guajava* L., família Myrtaceae). O país também é o terceiro maior produtor do mundo desta fruta (FAO, 2013), com cerca de 353 mil toneladas por ano (IBGE, 2015). Os resíduos agro-industriais de goiaba (RAG), que são principalmente descartados em aterros sem qualquer tratamento que causa danos ao meio ambiente, consiste em casca, polpa e principalmente de semente (Chang et al., 2014). Na sua composição nutricional, a RAG contém as características de um alimento volumoso, mas é rica em extrato etéreo (13,93%) e lignina, contida principalmente nas sementes (Lousada Júnior et al., 2006). Além de minerais e compostos bioativos como a vitamina C, fibras, carotenóides (Uchoa-etom, 2014) e compostos fenólicos, como taninos condensados e flavonóides, estão presentes nas sementes desta fruta (Khalifa et al., 2016).

O extrato etéreo do RAG predominantemente composto por ácidos graxos insaturados (AGI), especialmente ácido linoléico e ácido oleico, com 77,35% e 9,42%, respectivamente (Santos et al., 2011). O alto teor de AGI depositados na carne é benéfico para a saúde humana, reduzindo os riscos de doenças cardiovasculares (Andrade et al., 2016). No entanto, o aumento dos AGI na carne pode reduzir a estabilidade oxidativa e aumentar sua susceptibilidade à rancificação (Marques, Valente e Rosa, 2009), resultando principalmente negativamente nos descritores sensoriais de cor e sabor e reduzindo sua vida útil (Vasta e Luciano, 2011). No entanto, os polifenóis, entre os quais o tanino, têm atividades antioxidantes (Khalifa et al., 2016), que aumentam a vida útil da carne através do retardo da oxidação lipídica e preservam a sua estabilidade de cor, mesmo que não

seja observado efeito antimicrobiano (Branciarri et al., 2015). A cor desempenha um papel importante na qualidade da carne e se destaca como o principal fator de valorização no momento da compra (Costa et al., 2011).

A análise sensorial representa uma ferramenta importante para avaliar a qualidade da carne; no entanto, a aplicação simultânea juntamente com técnicas instrumentais pode especificar a aceitação do produto no mercado de forma mais eficaz (Martinez-Cerezo et al., 2005). Em particular, textura e suculência foram identificados como descritores qualitativos que influenciam positivamente a preferência dos consumidores pela carne ovina (Andrade et al., 2016). No entanto, ainda não existem estudos sobre a influência da RAG na carne de ovinos, especialmente em suas características organolépticas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho, características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros alimentados com níveis crescentes de RAG na dieta.

## **2. Material e Métodos**

### *2.1. Local do experimento, animais e manejo*

O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Paraíba, Campus de Bananeiras, Estado da Paraíba, Brasil. A altitude local é 552 m situada entre as coordenadas geográficas 6 ° 41'11 " de latitude sul e 35 ° 37'41 " de longitude a oeste de Greenwich. A temperatura da região varia de um máximo de 36,0 ° C a um mínimo de 18,0 ° C, com uma precipitação média anual de 1200 mm.

Quarenta animais machos não castrados da raça Santa Inês foram utilizados, com idade média de 120 dias e peso inicial médio de  $21,33 \pm 2,18$  kg. Os animais foram divididos em baias individuais (1,46 m<sup>2</sup>) com piso ripados e suspenso. Os animais tinham acesso livre a alimentos e à água. Os animais foram adaptados a dieta e instalações por 15 dias e permaneceram por mais 48 dias em confinamento.

A dieta foi fornecida com uma proporção de volumoso:concentrado de 50:50, para um ganho de 250g / dia (NRC, 2007). A dieta experimental consistiu em substituir o feno Tifton 85 (*Cynodon dactylon* L.) pelo RAG. Foi substituído por RAG desidratado e moído em níveis de 0, 7,5, 15, 22,5 e 30% na MS das dietas que continham milho moído, farelo de soja e um suplemento vitamínico e mineral (Tabela 1). A dieta experimental foi oferecida ad libitum às 07:30 da manhã e às 4:30 da noite, como uma mistura completa. Os alimentos oferecidos e as sobras foram pesados para calcular o consumo voluntário, e

foram ajustados diariamente, mantendo as sobras a 10% com base no consumo do dia anterior.

Tabela 1. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais

Item	Níveis de inclusão (%)				
	0,00	7,50	15,00	22,50	30,00
<i>Ingrediente (g kg<sup>-1</sup> MS)</i>					
RAG <sup>1</sup>	0,00	75,00	150,00	225,00	300,00
Feno de tifton	500,00	425,00	350,00	275,00	200,00
Grão de milho moído	310,00	310,00	310,00	310,00	310,00
Farelo de soja	170,00	170,00	170,00	170,00	170,00
Suplemento mineral	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Calcário calcítico	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
<i>Composição química</i>					
MS (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	888,39	888,80	889,22	889,63	890,04
MO (g kg <sup>-1</sup> na dieta)	840,99	844,32	847,65	850,98	854,31
PB (g kg <sup>-1</sup> MS)	154,79	154,61	154,43	154,25	154,07
EE (g kg <sup>-1</sup> MS)	31,30	37,90	44,50	51,10	57,70
FDN (g kg <sup>-1</sup> MS)	489,77	484,54	479,30	474,07	468,83
MM (g kg <sup>-1</sup> MS)	64,53	60,36	56,20	52,04	47,88
FDA (g kg <sup>-1</sup> MS)	249,27	262,98	276,69	290,40	304,11
CT (g kg <sup>-1</sup> MS)	748,41	744,91	741,41	737,90	734,40
CNF (g kg <sup>-1</sup> MS)	258,64	260,37	262,10	263,83	265,57
TT (g kg <sup>-1</sup> MS)	0,00	5,00	9,90	14,90	19,80
Lignina (g kg <sup>-1</sup> MS)	33,77	44,42	55,07	65,72	76,37
EM (kcal/kg MS)	2,48	2,44	2,39	2,34	2,30

<sup>1</sup>RAG - Resíduo agroindustrial da goiaba; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; PB - Proteína bruta; EE - Extrato etéreo; FDN - Fibra em detergente neutro; MM - Material mineral; FDA - Fibra em detergente ácido; CT - Carboidratos totais; CNF - Carboidratos não fibrosos; TT - Taninos totais; NDT - Nutrientes digestíveis totais; EM - Energia metabolizável; <sup>2</sup>Níveis de garantia por kg do produto: Fósforo: 70 g; Cálcio: 140 g; Sódio: 148 g; Enxofre: 12 g; Magnésio: 1.320 mg; Flúor: 700 mg; Zinco: 4.700 mg; Manganês: 3.690 mg; Ferro: 2.200 mg; Cobalto: 140 mg; Iodo: 61 mg; Selênio: 15 mg; Monensina sódica: 100 mg

Todos os cordeiros foram abatidos no mesmo dia, usando procedimentos comerciais padrão de acordo com os códigos de prática de bem-estar brasileiros (Brasil, 2000). Isso foi realizado no matadouro industrial da Universidade Federal de Paraíba - Campus em Bananeiras. As carcaças foram levadas para a câmara fria, com uma temperatura média de 4 ° C, onde permaneceram durante 24 horas suspensas de ganchos pelo tendão do músculo gastrocnêmio. A medição do pH da carne foi realizada 24 h post mortem (AOAC, 2005), utilizando um potenciômetro digital (DIGIMED, modelo pH 300M, São Paulo / Brasil), equipado com um eletrodo de vidro.

O lado direito e esquerdo do músculo Longissimus lumborum (com gordura subcutânea) de cada animal foi cortado em peso médio de 250 g, embalado a vácuo e



colocado em um congelador durante 24 h para posterior análise. O lombo direito foi reservado para análises físicoquímicas e o lombo esquerdo para análises sensoriais.

## 2.2. Análises físicoquímicas

Para análise de cor, as amostras foram descongeladas durante a noite a 4 ° C e as leituras foram realizadas após 50 min à temperatura ambiente. A determinação da cor foi obtida através do Colorímetro (Minolta, Modelo CR-400, Japão), utilizando o sistema CIE L \*, a \*, b \*, determinando as coordenadas L \* (luminosidade), a \* (intensidade de vermelho) e b \* (intensidade de amarelo), iluminante C, ângulo de observação 0 ° (Miltenburg et al., 1992). Para avaliar a cor, duas leituras foram obtidas nos músculos de cada animal, e a média foi calculada.

Para determinar a perda por cocção (PPC), foram obtidos 2 bifes de 2,5 cm de espessura, sendo o corte realizado transversalmente à direção das fibras musculares do músculo *Longissimus lumborum* (ML). Para determinar as PPC (evaporação, gotejamento e totais) do ML (Wheeler, 1995), os bifes foram descongelados em uma geladeira por 24 horas, pesados em um balanço de precisão de 3,2 kg (SHIMADZU, modelo TX3202L) e colocados juntos em grelha e assadeira e depois assada em um forno elétrico pré-aquecido a 150 ° C (FISCHER, modelo Star), até que a temperatura interna das amostras atinge-se o limite de 71 ° C (monitoração obtida por termopares tipo K inseridos na geometria centro da amostra) e a leitura foi realizada com um leitor digital (TENMARS, modelo TM-361) e depois o conjunto amostra, grelha e assadeira foi esfriado até a temperatura ambiente até as amostras atingirem a temperatura interna de 24 a 25 ° C usando um termômetro de inserção (TESTO, modelo 106) e pesado para obter perda de peso expressa em porcentagem.

Para a análise da composição química, as amostras do lombo direito de cada animal foram realizadas a limpeza e a remoção do tecido conjuntivo foram feitas nas amostras de músculo, foram trituradas em um liquidificador doméstico até obter uma massa homogênea. Os conteúdos de umidade, cinzas, proteínas e lipídios (AOAC, 2005).

## 2.3. Análise Sensorial

Foi realizada no Laboratório de Desempenho de Produtos e Análises Sensorial, do CCHSA/UFPB, Campus Bananeiras. As amostras embaladas a vácuo foram descongeladas a 4 ° C durante 24 h antes de serem analisadas. O lombo inteiro foi embrulhado em folha de alumínio e cozido em uma grelha de placa única a uma temperatura controlada de 180 ° C até a temperatura interna atingir 70 ° C. Não houve

adição de sal ou temperos. Após o cozimento, a gordura subcutânea e o tecido conjuntivo externo foram removidos e o músculo foi cortado em dez porções de 2 cm<sup>3</sup>, que foram embaladas individualmente em papel alumínio e marcadas com um código aleatório de 3 dígitos. As amostras foram mantidas aquecidas em um aquecedor a 55 ° C até o momento do teste. Para evitar os possíveis efeitos da ordem de apresentação, as amostras foram apresentadas aos membros do painel em diferentes ordens (Macfie et al., 1989). A análise sensorial foi realizada em cabines individuais que tiveram condições ambientais controladas, a uma temperatura em torno de 23 ° C (ISO 8589, 1988). O painel incluiu oito estudantes de ciência agrícola da UFPB que foram devidamente selecionados e treinados (ISO 8586-1, 1993). O método quantitativo descritivo foi utilizado dentro de um projeto de blocos incompletos que incluíram 20 pratos contendo duas amostras cada. Os testes ocorreram em quatro sessões e cinco cursos por sessão. Assim, a análise sensorial incluiu a carne de 40 animais (8 em cada tratamento) totalizando 320 amostras analisadas. A análise baseou-se em 5 descritores sensoriais (Tabela 2), usando uma escala semi-estruturada e contínua de 9 pontos, ancorada nas extremidades com termos que expressam a intensidade. Apesar de alguma controvérsia sobre a adequação do parâmetro de aceitabilidade utilizado nos testes de painel, a aceitabilidade global é amplamente utilizada (Martinez-cerezo et al., 2005 e Muelaa et al., 2010).

Tabela 2 - Definições dos descritores usados na análise sensorial da carne de ovinos Santa Inês alimentados com resíduo agroindustrial da goiaba (RAG).

Descritores	Definição
Odor ovino <sup>a</sup>	Propriedade organoléptica percebida pelo órgão olfativo quando certas substâncias voláteis cheiram. Intensidade de odor de cordeiro cozido
Textura <sup>b</sup>	Força necessária para comprimir um pedaço de carne entre os dentes molares. avaliado na primeira mordida
Suculência <sup>c</sup>	Percepção da quantidade de líquido liberado da amostra de carne na boca após a 5ª mordida
Sabor ovino <sup>a</sup>	Experiência mista de olfativo. Sensações de gostos percebidos durante a degustação. Sabor intenso de cordeiro cozido
Aceitabilidade Global <sup>d</sup>	Soma de atributos de qualidade que contribuirão para determinar o grau de aceitação do produto por parte dos panelistas

<sup>a</sup> 0 = Não detectado; 9 = muito intenso.

<sup>b</sup> 0 = muito dura; 9 = muito macia.

<sup>c</sup> 0 = muito seca; 9 = muito succulenta.

<sup>d</sup> 0 = muito ruim; 9 = muita boa.

#### 2.4. Análise Estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade, através do PROC GLM do

programa SAS®. Para a análise sensorial, o modelo matemático foi:  $y_{ijk} = \mu + T_i + e_{ijk}$ , onde  $y_{ijk}$  é a variável dependente;  $\mu$  é a média;  $T_i$  é o efeito fixo do tratamento com  $i$  níveis de 1 a 5 e  $e_{ijk}$  é o erro. As variáveis foram submetidas à análise de componentes principais (ACP) (Sneath e Sokal, 1973), com suporte dos procedimentos PRINCOMP SAS. O ACP permite a avaliação da variância total distribuída ao longo das variáveis analisadas e a identificação das variáveis com maior habilidade para explicar essa variação. A importância de cada componente foi verificada pelos autovalores (variância), usando o método de rotação varimax, o que permite uma melhor interpretação de cada componente.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Desempenho dos cordeiros

A inclusão de RAG não influenciou ( $P > 0,05$ ) o desempenho dos animais entre os diferentes tratamentos. Os cordeiros obtiveram um ganho de peso médio diário (GMD) de 316 g / dia consumindo 1,32 kg / dia de matéria seca (Tabela 3). Houve um efeito de contraste ortogonal para o GMD dos animais de controle nos níveis de RAG adicionados às dietas. Esse aumento de peso médio foi 65% maior do que o encontrado por (Silva et al., 2014) ao usar níveis de RAG de até 24,6% na dieta de cordeiros de Santa Inês. A explicação pode estar diretamente relacionada à composição das rações fornecidas aos animais, além do fato de que o processo de moagem dos resíduos provavelmente liberou o alto teor de óleo do interior das sementes de goiaba. Esse processo pode transformar a alimentação que é principalmente caracterizada por baixa digestibilidade, devido aos altos teores de tanina e lignina (Lousada Junior et al., 2005) em uma alimentação com características de um concentrado de alto valor energético.

Tabela 3. Desempenho de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduos agroindustrial da goiaba (RAG).

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)					EPM	P
	0.00	7.50	15.00	22.50	30.00		
Peso inicial. kg	21.31	21.75	21.28	21.54	20.79	2.745	0.967
Peso final. kg	34.29*	37.33	36.88	37.71	35.94	3.289	0.260
Ganho médio diário. g/dia	269.64*	329.89	327.25	338.03	317.13	52.878	0.099
Consumo de matéria seca. kg/dia	1.23	1.36	1.28	1.40	1.34	0.145	0.169

\*contraste ortogonal vs níveis de inclusão de RAG.

### 3.2. Análises Físicoquímicas

Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para as avaliações instrumentais de pH, cor da carne e perdas por cocção entre os tratamentos (Tabela 4). O pH médio encontrado em nossa pesquisa (5,42) está de acordo com (Rowe et al., 2004) quando se trabalha com cordeiros suplementados com vitamina E.

A média (44,34) encontrada para  $L^*$  (Luminosidade) indica luz e cor aceitável para os consumidores. Os valores de  $L^*$  acima dos valores de 40, indicam carne clara e aceitável (Hajji et al., 2016). Estes mesmos autores dizem que a cor muscular depende essencialmente da precocidade da raça. Além disso, os animais alimentados com concentrados têm carne mais clara que o animal alimentado com pastagem (Ricardo et al., 2015). Os valores de  $a^*$  (vermelhidão) e  $b^*$  (amarelada) são equivalentes aos encontrados por (Monaco et al., 2015) quando se trabalha com ovelha confinada de Santa Inês com idade média de 100 a 130 dias alimentada com feno e concentrado. Outro fato importante a ser mencionado é que a presença de tanino nas dietas de RAG pode ter favorecido a estabilidade da cor da carne devido à sua atividade antioxidante, atrasando a oxidação lipídica do alto teor de ácidos graxos poliinsaturados contidos na RAG.

Tabela 4. Composição físicoquímica do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduos agrindustriais da goiaba (RAG).

Variáveis	Níveis de Inclusão (%)					EPM	P
	0.00	7.50	15.00	22.50	30.00		
pH	5.40	5.49	5.45	5.47	5.48	0.182	0.897
Cor: $L^*$	45.36	42.88	43.55	43.43	46.46	3.087	0.130
$a^*$	12.54	13.53	12.99	13.63	12.86	1.367	0.464
$b^*$	10.23	10.82	10.22	10.88	11.02	1.539	0.746
PPC	31.15	33.07	34.29	32.04	31.53	0.078	0.765
Umidade	73.92a*	73.44ab	72.47c	72.97bc	72.93bc	0.929	0.0005
Cinzas	0.88b*	0.88b	0.84b	1.07a	1.10a	0.153	<.0001
Proteína	23.31a	23.08ab	22.01b	22.91ab	22.82ab	1.282	0.059
Lipídeos	2.31b*	2.80ab	3.24a	2.47b	2.87ab	0.511	<.0001

L (luminosidade); a (intensidade de vermelho); b (intensidade de amarelo); PPC (perda por cocção);

\*contraste ortogonal vs níveis de inclusão de RAG.

Para perdas de cozimento (PPC), foi encontrado o valor médio de 32,42%. De acordo com (Oliveira et al., 2012), as semelhanças nos valores de pH indicam valores de PPC similares. As perdas de cozimento são determinadas quase exclusivamente pelo genótipo, os tratamentos estudados e a metodologia empregada, como a remoção ou padronização da camada externa de gordura, temperatura e tipo de forno utilizado no processo de cozimento (Bressan et al., 2001 e Jaturasitha et al., 2009). Contudo, Pardi et al. (2001), relataram que o PPC mais elevado na carne de ovinos resultou de maiores

quantidades de gordura no tecido, possivelmente porque, além da umidade, parte da gordura na carne é perdida por meio de processamento térmico. E esta afirmação corrobora os resultados encontrados nesta pesquisa.

A adição de RAG na dieta influenciou ( $P < 0,05$ ) a composição química da carne dos animais (Tabela 4). A umidade foi maior no tratamento de controle, enquanto a cinza aumentou nos tratamentos com maior nível de RAG na dieta. Para o teor de proteína, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Foram observados efeitos de contraste ortogonal ( $P < 0,05$ ) quanto à umidade, cinzas e lipídios. Os teores de umidade, cinzas e proteínas estão inversamente correlacionados com o teor de gordura (Lawrie, 2005 e Hajji et al., 2016). A composição química do músculo *Longissimus lumborum* está de acordo com a literatura sobre a carne de ovinos Santa Inês em confinamento (Andrade et al., 2015 e Monaco et al., 2015).

### 3.3 Análise sensorial

Na avaliação sensorial, os descritores não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pelas dietas com RAG (Tabela 5). Neste estudo, a RAG foi introduzida como tendo alto valor nutricional para alimentação, influenciando positivamente o desempenho animal, sem causar danos sensoriais à carne. A carne de ovino tem sido considerada como um produto com características fortes de sabor e odor que o distinguem de outras carnes (Andrade et al., 2016). O sabor e odor tiveram pontuação média, no trabalho atual, de 4,94 e 4,78, respectivamente, caracterizando a carne como tendo "intensidade moderada" nessas duas características. A precocidade dos animais, juntamente com o baixo teor lipídico da carne, favoreceu o resultado de acordo com os panelistas. A intensidade do sabor e odor que são característicos da carne de ovina, depende do peso do abate (Guerrero et al., 2013). Incidências mais baixas de odor e sabor são encontradas na carne de animais alimentados com forragem, e quanto maior a porcentagem de concentrado nas dietas dos animais, maior a intensidade desses descritores (Resconi et al., 2009). Estes mesmos autores correlacionaram positivamente o pH com o odor estranho e o sabor rançoso, e negativamente com o odor de ovino e a intensidade do sabor. Nesta pesquisa, o pH médio foi de 5,42, o que é favorável, uma vez que o pH acima de 5,6 pode ter um efeito negativo sobre o odor e o sabor característico da carne ovina.

Independentemente da adição de RAG nas dietas, a carne de cordeiro foi macia. A textura teve o maior escore entre os descritores avaliados e, em segundo lugar, a suculência (5,38), ambas mostrando características sensoriais positivas. A textura e a suculência são positivamente correlacionadas (Resconi et al., 2009) e dependem da raça

Andrade et al., 2015). No entanto, a textura é o atributo que mais varia entre as raças (Monaco et al., 2015).

A aceitabilidade global não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pela adição de RAG nas dietas. No entanto, a aceitabilidade global teve pontuação de 5,44 a 5,86, o que indica uma boa aceitação pelos panelistas. Portanto, a adição de RAG de 30% na dieta de cordeiro de Santa Inês não afetou negativamente a aceitabilidade da carne.

### 3.4 Análise de Componentes Principais (ACP)

O grau de associação entre o desempenho animal, a composição físicoquímica e os atributos sensoriais da carne de cordeiro são apresentados nas análises dos principais componentes (Figura 1). Observou-se que os dois primeiros componentes explicaram 69,92% da variabilidade dos resultados: 41,36% explicados pelo primeiro componente e 28,56% pelo segundo componente.

As características de desempenho dos animais foram correlacionadas entre si e com o conteúdo lipídico na carne. Quanto maior o ganho de peso dos animais, maior o teor de lípidos na carne. No entanto, o conteúdo lipídico, por sua vez, foi positivamente correlacionado com CL e correlacionado negativamente com os teores de umidade e proteína. Esses resultados corroboram as afirmações (Hajji et al., 2016).

A intensidade do odor foi mais correlacionada com o tratamento sem inclusão de RAG na dieta. Já os atributos sensoriais de textura e suculência estão correlacionados uns com os outros e estreitamente associados ao tratamento com RAG de 30%. A aceitabilidade global mostra uma alta correlação com o valor de  $L^*$  (luminosidade), confirmando a afirmação de (Hajji et al., 2016), que diz que os valores acima de  $L^*$  de 40 indicam carne clara e aceitável.

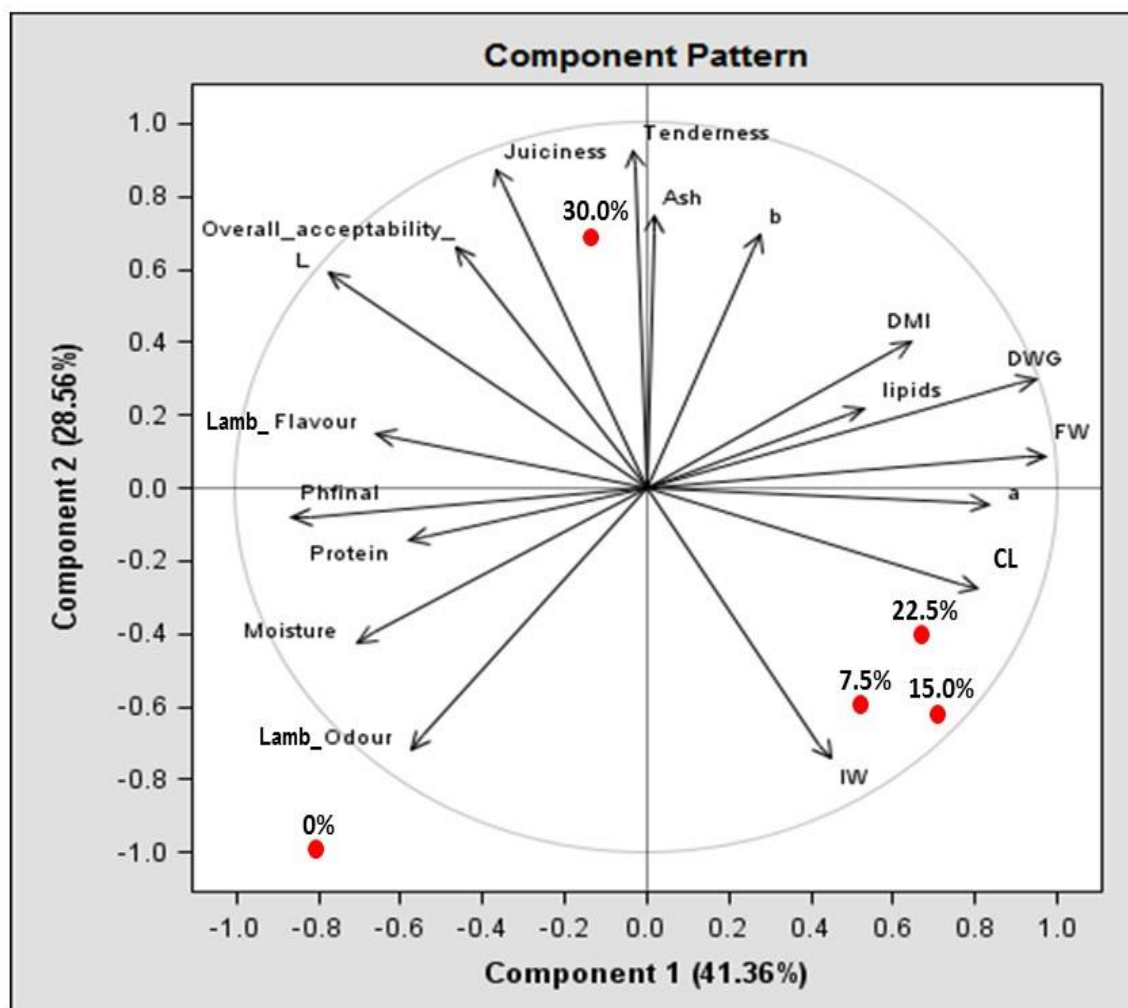


Figura 1. Componentes principais do desempenho, análise físicoquímica e avaliações sensoriais da carne de cordeiro Santa Inês alimentados com níveis crescentes de resíduos agroindustrial de goiaba (RAG).

#### 4. Conclusão

O resíduo agroindustrial da goiaba pode ser incluído nas dietas de ovinos em proporção de até 30% sem comprometer as características físicoquímicas e sensoriais da carne.

#### Referências

- AOAC, 2005. Official methods of analysis of the AOAC International, 18th ed., Latimer, G.W., Horwitz, W. (Eds.) Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.
- Andrade, A. C. S., Santos, G. R.A., Macedo, F. A. F., Mora, N. H. A. P., Macedo, R. M. G., & Torres, M. G. 2015. Physicochemical and sensory traits of meat from Santa

- Inês lambs slaughtered with different subcutaneous fat thicknesses. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 44, 290–295.
- Andrade, J. C., Sobral, L. A., Ares, G., & Deliza, R. 2016. Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. *Meat Science*, 117, 68–74.
- Branciari, R., Ranucci, D., Miraglia, D., Urbani, S., Esposto, S., & Servili, M. 2015. Effect of dietary treatment with olive oil by-product (olive cake) on physico-chemical, sensory and microbial characteristics of beef during storage. *Italian Journal of Food Safety*, 4, 225–229.
- Brasil, Instrução Normativa No. 3, 17 January 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue.
- Bressan, C., Prado, O. V., Pérez, J. R. O., & Lemos, A. L. S. C. 2001. Efeito do Peso ao Abate de Cordeiros Santa Inês e Bergamácia sobre as Características Físico-Químicas da carne. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 21, 293-303.
- Chang, Y. P., Tan, M. P., Lok, W. L., Pakianathan, S., & Supramaniam, Y. 2014. Making Use of Guava Seed (*Psidium guajava* L): The Effects of Pre-treatments on Its Chemical Composition. *Plant Foods for Human Nutrition*, 6, 43–49.
- CIE (Commission International de l'Eclairage) 1976, 18th Session, London, CIE Publication 36, September, 1975.
- Costa, R. G., Santos, N. M., Sousa, W. H., Queiroga, R. C. R. E., Azevedo, P. S., & Cartaxo, F. Q. 2011. Physical and sensorial quality of lamb meat of three different genotypes fed diets formulated with two roughage:concentrate ratios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1781–1787.
- FAO. 2013. The state of food and agriculture, 2013. *Lancet* (Vol. 2).
- Guerrero, A., Valero, M. V., Campo, M. M., & Sañudo, C. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, 335–347.
- Hajji, H., Joy, M., Ripoll, G., Smeti, S., Mekki, I., Gahete, F. M., Mahouachi, M., & Atti, N. 2016. Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three North African lamb breeds, as influenced by concentrate or pasture finishing diets. *Journal of Food Composition and Analysis*, 48, 102–110.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. 2016. Produção Agrícola Municipal 2015. Rio de Janeiro: IBGE.
- ISO 8589. 1988. International Standards Organisation publications. Sensory analysis.



General guidance for the design of test rooms.

- ISO 8586-1. 1993. International Standards Organisation publications. Sensory analysis methodology. General guidance for the selection and training and monitoring of assessors. Part 1. Selected assessors.
- Jaturasitha, S., Norkeaw, R., Vearasilp, T., Wicke, M., & Kreuzer, M. 2009. Carcass and meat quality of Thai native cattle fattened on Guinea grass (*Panicum maximum*) or Guinea grass–legume (*Stylosanthes guianensis*) pastures. *Meat Science*, 81, 155–162.
- Khalifa, I., Barakat, H., El-Mansy, H., & Soliman, S. 2016. Influencing of Guava Processing Residues Incorporation on Cupcake Characterization. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 6, 4–11.
- Lawrie, R.A. 2005. *Ciência da carne*. Porto Alegre: Artmed, 6.ed. 384p.
- Lousada Júnior, J. E., Neiva, J. N. M., Rodriguez, N. M., Pimentel, J. C. M., & Lôbo, R. N. B. 2005. Intake and dry matter digestibility of by-products of fruit processor in sheep. *Brazilian Journal of Animal Science*, 34, 659–669.
- Lousada Júnior, J. E., Costa, J. M. C. da, Neiva, J. N. M., & Rodriguez, N. M. 2006. Physical-chemical characterization of tropical fruit by-products for use in animal feed. *Revista Ciencia Agronomica*, 37, 70-76.
- Macfie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. V. 1989. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. *Journal of Sensory Studies*, 4, 129–148.
- Marques, A. C., Valente, T. B., & Rosa, C. S. 2009. Formation of toxins during food processing and possible consequences for the human organism. *Revista de Nutricao*, 22, 283–293.
- Martínez-Cerezo, S., Sañudo, C., Medel, I., & Olleta, J. L. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on sensory characteristics of lamb. *Meat Science*, 69, 571–578.
- Miltenburg G. A, Wensing, T., Smulders, F., J., & Breukink, H. J. 1992. Relationship between blood hemoglobin, plasma and tissue iron, muscle heme pigment, and carcass color of veal. *Journal of Animal Science*, 70, 2766-2772.
- Monaco, C. A., Freire, M. T. A., Melo, L., Rosa, A. F., Carrer, C. C., & Trindade, M. A. 2015. Eating quality of meat from six lamb breed types raised in Brazil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95, 1747–1752.
- Muelaa, E., Sañudo, C., Campo, M. M., Medel, I., & Beltrán, J. A. 2010. Effects of cooling

- temperature and hot carcass weight on the quality of lamb. *Meat Science* 84, 101–107.
- National Research Council (2007). *Nutrient requirements of small ruminants* (1st edition). NRC, National Academy Press: Washington, DC, USA
- Oliveira, R. L., Leão A. G., Ribeiro, O. L., Borja, M. S., Pinheiro, A. A., Oliveira, R. L., & Santana, M. C. A. 2012. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. *Revista Colombiana Ciencia e Pecuária*, 25, 627–638.
- Pardi, M. C., Santos, I.F., Souza, E. R., & Pardi, H. S. 2001. *Science, hygiene and meat technology*. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico da Universidade Federal de Goiás, 2.ed., v.1. 623.
- Resconi, V. C., Campo, M. M., Furnols, M. F. I, Montossi, F., & Sañudo, C. 2009. Sensory evaluation of castrated lambs finished on different proportions of pasture and concentrate feeding systems. *Meat Science*, 83, 31–37.
- Ricardo, H. A., Fernandes, A. R. M., Mendes, L. C. N., Oliveira, M. A. G., Protes, V. M., Scatena, E. M., Roça, R. O., Athayde, N. B., Girão, L. V. C., & Alves, L. G. C. 2015. Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation. *Small Ruminant Research*, 130, 141–145.
- Rowe, L.J., Maddock, K. R., Lonergan, S.M. & Huff-Lonergan, E. 2004. Influence of early postmortem protein oxidation on beef quality. *Journal Animal Science*, 82, 785–793.
- Silva, N. V., Costa, R. G., Medeiros, G. R., Medeiros, A. N., Gonzaga Neto, S., Cezar, M. F., & Cavalcanti, M. C. A. 2014. Carcass characteristics of sheep fed with guava by-product. *Archivos de Zootecnia*, 63, 25–35.
- Sneath, P.H., & Sokal, R.R., 1973. *Numerical taxonomy: The principles and practice of numerical classification*. San Francisco. W.H. Freeman and Company.
- Tejeda, J. F., Peña, R. E., & Andrés, A. I. 2008. Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics on merino lamb meat. *Meat Science*, 80, 1061–1067.
- Uchoa-thomaz, A. M. A., Sousa, E. C., Carioca, J. O. B., Morais, S. M. De, Lima, A. De, Martins, C. G., Alexandrino C. D., Ferreira, P. A. T., Rodrigues, A. L. M., Rodrigues, S. P., Thomaz, J. C. A., Silva, J. N., & Rodrigues, L. B. 2014. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). *Food Science and Technology*, 34, 485–492.
- Valadares Filho, S.C., Magalhães, K.A., Rocha Júnior, V.R.R., & Capelle, E.R. 2006.

Brazilian tables of food composition for cattle. 2 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda – Universidade Federal de Viçosa. 329p.

Vasta, V., & Luciano, G. 2011. The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Research*, 101, 150–159.

Wheeler, T. T., Cundiff, L. V., & Koch, R. M. 1995. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. *Beef Research – Progress Report*, 4, 133.

**ARTIGOS ENCAMINHADOS PARA PUBLICAÇÃO**



## SHORT COMMUNICATIONS

## Biochemical and hormonal parameters of lambs using guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste in the diet

Roberto G. Costa<sup>1</sup> · Neila L. Ribeiro<sup>1</sup> · Priscila T. Nobre<sup>2</sup> ·  
Francisco F. R. Carvalho<sup>3</sup> · Ariosvaldo N. Medeiros<sup>2</sup> · George R. B. Cruz<sup>1</sup> ·  
Luís F. S. Freire<sup>1</sup>

Received: 10 May 2017 / Accepted: 14 September 2017  
© Springer Science+Business Media B.V. 2017

**Abstract** The objective of this research was to evaluate the biochemical and hormonal parameters of Santa Inês sheep that received diets with different levels of guava agro-industrial waste (GAW). Forty non-castrated male animals of the Santa Inês breed were used, with an average initial weight of  $21.3 \pm 2.6$  kg, and an average age of 120 days. The animals were distributed in a completely randomized design, with five treatments and eight replicates, and fed with increasing GAW levels replacing hay (0.0, 7.5, 15.0, 22.5 and 30.0%). After the beginning of the diet period, blood samples were collected every 2 weeks approximately 3 h after feeding. Cholesterol concentration had a significant effect ( $P < 0.01$ ) with the inclusion of GAW. The animals that ingested the control diet had the highest concentrations of cholesterol. T3 and T4 hormones showed a significant difference ( $P < 0.01$ ) among the treatments, i.e. the animals that ingested the control diet had the lowest concentrations of these hormones. We concluded that the inclusion of GAW in up to 30% decreases the concentration of cholesterol and increases the concentrations of T3 and T4 in the blood, aiding the metabolism of the animals.

**Keywords** By-product · Cholesterol · Cortisol · Sheep · T3 · T4

✉ Roberto G. Costa  
betogermano@hotmail.com

<sup>1</sup> Departamento de Ciência Animal, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, Brazil

<sup>2</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brazil

<sup>3</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brazil

### Introduction

Feed makes up about 50% of the total cost of ruminant confinement, and the concentrate fraction is the most costly, equivalent to about two-thirds of that value (Santos et al. 2011). Therefore, the use of industrial waste is an option to reduce the costs of confinement and increase the production of sheep, as well as to diminish the deposition of organic waste in the environment.

Industrial wastes have been the object of research (Henrique et al. 2013; Lima Júnior et al. 2014; Geron et al. 2015) as diet supplements; among these wastes, guava agro-industrial waste (GAW) (*Psidium guajava* L., Myrtaceae family) stands out. GAW is composed of pulp and mainly seeds, which have significant amounts of unsaturated fatty acids and fibrous matter (Uchôa-Thomaz et al. 2014). The protein content of GAW is around 7.9–9.6%, 10.5–16% fat and 53.6–67.7% raw fiber (Chang et al. 2014). The main deterrent for greater inclusion of GAW in diets is the presence of tannin, lignin, saponin and phytic acid, which are anti-nutritional factors found mainly in the guava seeds (Maniyan et al. 2015). GAW contains 2 to 4% of condensed tannins, which may provide beneficial effects on protein metabolism in ruminants. Excess tannin in animal feed can reduce palatability, feed intake and dry matter digestibility due to the formation of complexes and the inhibition of enzymes along the digestive tract (Silva et al. 2016). Therefore, knowledge of the metabolic profile is an important tool in animal production, considering that imbalances of metabolism usually have repercussion on the composition of body fluids, especially blood (Araújo et al. 2012; Polat et al. 2014; Carcangiu et al. 2015).

In literature, data on the usage of GAW are scarce. Further research on the biochemical and hormonal parameters is necessary to determine the correct content of this by-product in the diet of sheep, without causing any harm to the health of the

Elsevier Editorial System(tm) for Small  
Ruminant Research  
Manuscript Draft

Manuscript Number: Rumin-D-17-9296

Title: Ruminal and morphometric parameters of rumen and intestine in lambs fed with guava agroindustrial waste (*Psidium guajava* L.)

Article Type: Research Paper

Keywords: intestinal mucosa, N-NH<sub>3</sub>, pH, Pmic, ruminal morphology, VFAs

Corresponding Author: Dr. Roberto Germano Germano Costa, PhD

Corresponding Author's Institution: Universidade Federal da Paraíba

First Author: Priscila T Nobre

Order of Authors: Priscila T Nobre; Roberto Germano Germano Costa, PhD; Ricardo R Guerra; Juliana S Oliveira; Neila L Ribeiro; Francisco F R Carvalho; Ariosvaldo N Medeiros

Abstract: The objective of this work was to evaluate the effect of guava agroindustrial waste (GAW) on ruminal parameters (pH, N-NH<sub>3</sub>, and microbial protein - Pmic), volatile fatty acid (VFA) and the histology of sheep rumen and intestine. Forty Santa Inês sheep ( $\pm$  120 days and  $\pm$  21.3 kg) were used. The animals were fed diets of 0, 7.5, 15, 22.5, and 30% inclusion of GAW in the complete diet until reaching 36 kg. The pH, N-NH<sub>3</sub>, Pmic, and VFA in the ruminal fluid (fasting and post fast) were evaluated, along with the morphometric characteristics of the rumen and intestine. The experimental design was a DIC (five treatments x eight replicates). The inclusion of GAW linearly increased pre- and post-fast pH ( $P < 0.05$ ), N-NH<sub>3</sub> only showed a quadratic effect for fasting animals ( $P < 0.0001$ ), with a maximum value of 40 mM at the level of 12.34%, whereas Pmic presented a quadratic positive effect ( $P < 0.05$ ) for pre- and post-fast animals. There was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) for papilla width, with a maximum value of 393.33  $\mu$ m at the level of 34.43% GAW in the diet. However, no significant difference was observed for the papilla length ( $P > 0.05$ ). The papilla absorption area showed a linear decreasing effect ( $P = 0.0193$ ), in which increasing levels of GAW in the diet had a smaller area of papillae absorption. The inclusion of GAW in the diet of Santa Inês sheep favored pH neutrality, reduced N-NH<sub>3</sub> and ruminal Pmic concentrations, decreased the thickness of the rumen muscular layer, and increased the intestinal mucosa, favoring greater absorption of nutrients.

Elsevier Editorial System(tm) for Small  
Ruminant Research  
Manuscript Draft

Manuscript Number: Rumin-D-17-9275

Title: Performance and meat quality of lambs finished with guava (*Psidium guajava* L.) agro-industrial waste

Article Type: Research Paper

Keywords: Colour; pH; proximal chemical analysis; Santa Ines; sensory analysis; sheep meat

Corresponding Author: Dr. Roberto Germano Germano Costa, PhD

Corresponding Author's Institution: Universidade Federal da Paraíba

First Author: Priscila T N

Order of Authors: Priscila T N; Roberto Germano Germano Costa, PhD;  
Francisco F R Carvalho; Neila L Ribeiro; Rita de Cássia R E Queiroga;  
Solange Sousa; Carlos S Astiz

Abstract: The objective of this study was to evaluate the performance and meat quality of 40 Santa Inês lambs confined fed with increasing levels (0; 7.5; 15.0; 22.5 and 30.0%) of guava agro-industrial waste (GAW). The analyzes of losses on cooking, colour, pH, moisture, ashes, proteins and lipids were measured in the muscle *Longissimus lumborum*. The sensorial analysis was performed with a panel of eight trained testers using a quantitative descriptive method. The lambs obtained a mean weight gain of 316 g/day consuming 1.32 kg/day of dry matter. The analyzes physical were not affected by the inclusion of GAW. There was a difference ( $P < 0.05$ ) among the treatments in chemical composition: moisture and protein decreased, while ash and lipid levels increased with the inclusion of GAW. However, the sensorial characteristics evaluated did not influence with the inclusion of GAW. Therefore, GAW can be included up to 30% in lamb feed without compromising performance, the physical, chemical and sensory characteristics of the meat.